



Bruno Miguel da Silva Lopes

Licenciado em Ciências da Engenharia

Soluções Tecnológicas para o Transporte Urbano Visando a Descarbonização do Setor

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil – Perfil Planeamento Urbano e Transportes

Orientador: Doutora Eng.^a Elisabete M. Mourinho Arsénio
Guterres de Almeida, Investigadora do LNEC,
Departamento de Transportes

Co-orientador: Rui Alexandre Lopes Baltazar Micaelo,
Professor Auxiliar, FCT-UNL

Presidente: Doutora Ildi Cismasiu, Professora Auxiliar, FCT-UNL

Arguentes: Doutor Manuel Margarido Tão, Investigador Auxiliar,
Universidade do Algarve

Eng^o Luís Trindade Quaresma, Professor Auxiliar, FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março, 2016

Soluções Tecnológicas para o Transporte Urbano Visando a Descarbonização do Setor, Copyright © Bruno Miguel da Silva Lopes, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Dr^a Elisabete Arsénio por toda a ajuda, dedicação e tempo disponibilizado ao longo da realização desta dissertação, bem como ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil por ter aceitado esta colaboração.

Em segundo lugar agradeço ao Professor Rui Micaelo por ter estado disponível para Coorientar este trabalho e por me ter sugerido contactar o LNEC, de forma a encontrar um tema que se adequa-se melhor aquele que pretendia realizar. Aproveitando ainda para agradecer à Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa por me ter acolhido como aluno, instituição que ficará sempre na minha memória não só pela sua importância na minha formação, sendo também um local em que tive oportunidade de estabelecer novas relações pessoais.

Em último lugar e não menos importante, agradeço aos meus Pais e restante família por todo o apoio, dedicação e essencialmente pela paciência demonstrada ao longo de todos estes anos.

Deixo ainda um abraço aos meus amigos em geral, garantindo que finalmente poderemos deixar de falar de mobilidade elétrica e da região do Algarve.

Resumo

O tema desta dissertação insere-se na problemática da redução das emissões de gases com efeito de estufa associado ao transporte urbano de passageiros, resultado da utilização dominante do transporte rodoviário e do uso de combustíveis fósseis como fonte de energia primária. Um aspeto relevante nesta problemática está relacionado com a ausência de combustíveis alternativos com baixo teor de carbono e pela falta de diversidade energética no setor dos transportes. Salienta-se que os combustíveis fósseis representam 97% da procura de energia, sendo que 90% da população europeia se desloca em transporte individual. Assim é importante encontrar soluções para este desequilíbrio uma vez que, para além de existirem elevados volumes de emissões de gases com efeito de estufa associados ao tráfego rodoviário, este constitui uma fonte de ruído nas cidades, poluição do ar e redução de saúde pública, congestionamento, aquecimento global, sendo o consumo de energia no setor uma parte relevante do problema de dependência energética externa dos países europeus.

A presente dissertação pretende contribuir para a análise de soluções tecnológicas hipocarbónicas, refletindo sobre o seu potencial para a redução de problemas de mobilidade urbana. Assim começa-se por proceder à análise das várias estratégias e programas europeus e nacionais que à descarbonização dizem respeito, seguindo-se a investigação no âmbito das soluções tecnológicas de transporte refletidas nessas estratégias. Posteriormente e por último utilizar-se-á a região do Algarve como caso de estudo para qualificar os impactos das soluções na região, sendo para tal analisados o conjunto de dados estatísticos disponíveis e instrumentos de gestão territorial.

Por um lado, as soluções de transporte urbano de passageiros identificadas dizem respeito ao aumento da eficiência energética dos motores de combustão interna, a motorização híbrida, elétrica e o hidrogénio, e por outro, à alteração da repartição modal, transferindo-se passageiros do transporte individual a favor do transporte coletivo de passageiros e para os modos suaves, sendo que cada uma das soluções consideradas desempenham um papel importante até 2020, 2030 e 2050. As conclusões da análise realizada revelam existir potencial para a redução do volume de emissões de gases gerados pelo transporte urbano de passageiros. Para tal será necessário a redução da intensidade carbónica na geração de energia através de fontes de energia renovável e o desenvolvimento de uma estratégia de mobilidade sustentável que reduza os impactos negativos da descarbonização no setor dos transportes urbanos, designadamente pelo aumento do custo esperado dos veículos alternativos e da eletricidade em geral.

Palavras-Chave: combustíveis fósseis, gases com efeito de estufa, transporte urbano de passageiros, descarbonização, alteração modal;

Abstract

The topic of the present dissertation refers to the reduction of greenhouse gases emissions of urban road transport, that are a direct outcome of the high levels of motorization rates and use of fossil fuels in the transport sector. A relevant issue to this problem is related to the absence of low carbon alternative fuels and lack of diversity of energy sources. Indeed, fossil fuels represent 97% of primary energy use in the transport sector. Moreover, 90% of the European population uses private car in their daily trips.

Therefore, it's important to find solutions to reduce imbalances related to excessive road traffic because these generate greenhouse gases emissions, represent a source of noise annoyance and air pollution in cities, reduce health outcomes, lead to global warming and to the external energy dependency of European countries.

The present dissertation aims to contribute to the analysis of low carbon technological transport solutions, to reflect on its potential to reduce urban mobility problems and greenhouse gases emissions. It starts with a comprehensive review of European and national strategies and programs related to transport decarbonisation. Afterwards, it's presented a critical review of actual and future low carbon transport technologies which is followed by a case study in the Algarve region which helps to identify the set of expected impacts related to each type of technology. For this purpose, several statistical data are analyzed and represented spatially using a geographical information system.

On the one hand, the identified solutions for passenger urban transport include the increase of energy efficiency of motor vehicles, alternative technologies such as hybrid and electric vehicles, hydrogen fuel cells. On the other hand, solutions also encompass modal shifts by transferring passengers from individual transport to public transport modes and active modes (walking and cycling). Each solution analyzed has a specific role to play until 2020, 2030 and 2050.

The analysis shows that there exists potential to reduce greenhouse gases emissions from passenger urban transport. For this purpose, it is required to reduce the carbon intensity of energy production through using renewable energy sources and to develop a sustainable mobility strategy, able to reduce the negative impacts that transport decarbonisation will have in the urban transport sector, namely due to the expected increase in the cost of alternative vehicles and electricity costs in general.

Key-Words: fossil fuels, greenhouse gases emissions, urban road transport, low carbon fuels, technological transport solutions, modal shift.

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	Apresentação e enquadramento do tema	1
1.2.	Objetivos e metodologia	2
1.3.	Estrutura da dissertação.....	2
2.	O PLANEAMENTO DE TRANSPORTES E DA MOBILIDADE URBANA: ESTRATÉGIAS EUROPEIAS E NACIONAIS VISANDO A DESCARBONIZAÇÃO DO SETOR.....	5
2.1.	Introdução.....	5
2.2.	Europa 2020 e Estratégia Energética 2030	5
2.3.	Estratégia Europeia da Energia 2030	6
2.4.	Diretiva Energias Renováveis	6
2.5.	Comércio Europeu de Licenças de Emissão	7
2.6.	Plano Europeu de Eficiência Energética	7
2.7.	Plano de Ação para a Mobilidade Urbana.....	7
2.8.	Livro Branco – Roteiro do espaço único europeu dos transportes	8
2.9.	Roteiro da Energia 2050.....	8
2.10.	Roteiro de Transição para uma Economia Hipocarbónica Competitiva em 2050	9
2.11.	Mobilidade Urbana Competitiva e Eficiente em Recursos	9
2.12.	Estratégia Europeia para os Combustíveis Alternativos	10
2.13.	Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território	11
2.14.	Roteiro Nacional das Energias Renováveis	12
2.15.	Estratégia Nacional para a Energia 2020.....	13
2.16.	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética e Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis	14
2.17.	Plano Estratégico dos Transportes e Plano Estratégicos dos Transportes e Infraestruturas.....	15
2.18.	Pacote Mobilidade	17
2.19.	Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050	17
2.20.	Programa Nacional para as Alterações Climáticas	18
2.21.	Síntese.....	19
3.	ESTADO DO CONHECIMENTO EM SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE TRANSPORTE HIPOCARBÓNICAS	21
3.1.	Análise de tendências do volume de emissões de gases com efeito de estufa no setor dos transportes em Portugal e na Europa.....	21
3.2.	Tecnologias de transporte atuais em prospetiva: barreiras e oportunidades	28
3.2.1.	Tecnologias de aumento da eficiência energética	28
3.2.2.	Tecnologias de transmissão em veículos de combustão interna para a redução do consumo de combustível.....	31
3.2.3.	Veículos com motores elétricos.....	32
3.2.4.	Veículos a gás natural	38
3.3.	Análise da eficiência e custo final dos veículos em 2030 e 2050	39

3.4.	Veículos autónomos	41
3.5.	Combustíveis alternativos	42
3.6.	Intensidade carbónica das fontes geradoras de energia atuais e alternativas	44
3.7.	Sistemas de transporte coletivo	46
3.8.	Sistema de transporte coletivo do tipo BRT	47
3.9.	Soluções não tecnológicas	48
3.10.	Análise SWOT: Soluções tecnológicas de baixo carbono	50
3.11.	Síntese	52
4.	CASO DE ESTUDO: O SETOR DOS TRANSPORTES E DA MOBILIDADE NA REGIÃO DO ALGARVE	55
4.1.	Introdução	55
4.2.	Caracterização do setor dos transportes e diagnóstico da mobilidade na região do Algarve: indicadores	55
4.2.1.	Dinâmica populacional	55
4.2.2.	Caracterização dos movimentos pendulares	59
4.2.3.	Caracterização das infraestruturas de transporte coletivo	74
4.3.	Indicadores relativamente ao planeamento visando a descarbonização do setor energético	75
4.4.	Estratégia regional	76
4.5.	Enquadramento regional	76
4.6.	Setor do turismo	76
4.7.	Setor energético	78
4.8.	Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território	78
4.9.	Análise SWOT	79
4.10.	Síntese	82
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
5.1.	Conclusões	87
5.2.	Recomendações para trabalho futuro	89
	BIBLIOGRAFIA	91

Índice de Figuras

Figura 3.1 – Emissões de GEE por modo de transporte a nível mundial (Fonte: IPCC, 2014).....	22
Figura 3.2 – Emissões de GEE por o modo de transporte e por organização internacional (Fonte: Mitigation of Climate Change, 2014)	23
Figura 3.3 – Evolução das emissões GEE do setor dos transportes Europeu (Fonte: EEA, 2014).	24
Figura 3.4 – Consumo de energia do setor dos transportes europeu por tipo de combustível (Fonte: TERM, 2014).....	24
Figura 3.5 – Percentagem de energia renovável utilizada pelo setor dos transportes em 2011 e 2012 na EU-28 (Fonte: TERM, 2014)	25
Figura 3.6 – Intensidade energética no setor dos transportes em Portugal e na EU-27 (Fonte: REA, 2013)	26
Figura 3.7 – Intensidade carbónica da economia em Portugal e na UE-27 (Fonte: REA, 2015).	27
Figura 3.8 – Produção bruta de energia elétrica com base em fontes de energia renovável em Portugal (Fonte: REA, 2015).....	27
Figura 3.9 – Picos de procura de energia dos veículos elétricos consoante o modo de carregamen- to (GWh) (retirado de: Power system impacts of eletric vehicles in Germany, 2015)	35
Figura 4.1 – População residente em 2011 (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	55
Figura 4.2 – Variação da população residente entre 2001 e 2011 (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	56
Figura 4.3 – Densidade populacional em 2011 (Dados: INE 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	57
Figura 4.4 – Movimentos pendulares em transporte individual entre os municípios da região do Algarve (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	61
Figura 4.5 – Movimentos pendulares em transporte coletivo entre os municípios da região do Algarve (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	61
Figura 4.6 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Portimão (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	62
Figura 4.7 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Lagos (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	63
Figura 4.8 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Lagoa (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	63
Figura 4.9 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Silves (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	64
Figura 4.10 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Albufeira (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	64
Figura 4.11 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Loulé (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	65
Figura 4.12 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Faro (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	65
Figura 4.13 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Olhão (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	66
Figura 4.14 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de São Brás de Alportel (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	67
Figura 4.15 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Tavira (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	67
Figura 4.16 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Vila Real de Santo António (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	68

Figura 4.17 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Castro Marim (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	68
Figura 4.18 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Alcoutim (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	69
Figura 4.19 – Evolução dos movimentos pendulares intra-concelhios e modo de deslocação (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	71
Figura 4.20 – Evolução dos movimentos pendulares inter-concelhios e modo de deslocação (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	72
Figura 4.21 – Evolução dos movimentos pendulares intra-concelhios e tempo de deslocação (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	73
Figura 4.15 – Evolução dos movimentos pendulares inter-concelhios e tempo de deslocação (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	74
Figura 0.1 – Evolução da densidade populacional (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	97
Figura 0.2 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Aljezur (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	100
Figura 0.3 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Vila do Bispo (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	100
Figura 0.4 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Monchique (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	100
Figura 0.5 – Pirâmide etária do município de Alcoutim em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	102
Figura 0.6 – Pirâmide etária do município de Lagos em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	102
Figura 0.7 – Pirâmide etária do município de Portimão em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	102
Figura 0.8 – Pirâmide etária do município de Albufeira em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	103
Figura 0.9 – Pirâmide etária do município de Faro em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	103
Figura 0.10 – Pirâmide etária do município de Olhão em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	104
Figura 0.11 – Taxa de atividade em 2011 (Dados: PORDATA, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	106
Figura 0.12 – Evolução do emprego (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	107
Figura 0.13 – População empregada por setor económico (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	108
Figura 0.14 – Capacidade de alojamento nos estabelecimentos hoteleiros por mil habitantes (Dados: PORDATA, 2011 e 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)	109
Figura 0.15 – Número de acidentes de viação com vítimas (Dados: PORDATA, 1991, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	112
Figura 0.16 – Número de feridos em acidentes de viação (Dados: PORDATA, 1991, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	Error! Bookmark not defined.
Figura 0.17 – Número de mortos em acidentes de viação (Dados: PORDATA, 1991, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	Error! Bookmark not defined.
Figura 0.18 – Evolução do consumo de combustíveis (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor).....	114

Índice de Quadros

Quadro 3.1 – Projeções médio prazo razoáveis sobre o consumo médio VCI e VEH (L/Km) (adaptado de: The National Research Council of the National Academies, 2013)	33
Quadro 3.2 – Projeções médio prazo do aumento do custo de VCI e VEH (€) (adaptado de: The National Research Council of the National Academies, 2013) (taxa de conversão: 1,33) ..	34
Quadro 3.3 – Custo da bateria consoante o ano e tipo de veículo €/kWh (adaptado de: The National Research Council of the National Academies, 2013) (taxa de conversão: 1,33) ..	37
Quadro 3.4 – Redução de peso, resistência ao rolamento e aerodinâmica comparativamente a 2010 (adaptado de: The National Research Council of the National Academies, 2013) .	39
Quadro 3.5 – Estimativa do consumo médio VCI, VEH, VEB e VEC (L/Km) (adaptado de: The National Research Council of the National Academies, 2013)	40
Quadro 3.6 – Estimativa do incremento do custo de VCI, VGN, VEHP, VEH, VEB e VEC (€) (adaptado de: Transitions to alternative vehicles and fue The National Research Council of the National Academies Is, 2013) (taxa de conversão: 1,33)	40
Quadro 3.7 – Emissões de CO ₂ por tipo de combustível (adaptado de: SunEarthTools.com, visitado em 28/02/2016)	45
Quadro 3.8 – Emissões de GEE totais num percurso de 250 Km consoante diferentes tipos de energia (adaptado de: SunEarthTools.com, 28/02/2016)	45
Quadro 3.9 – Análise SWOT: Soluções tecnológicas de baixo carbono	50
Quadro 4.1 – Evolução da população residente com nacionalidade estrangeira entre 2001 e 2011 (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	56
Quadro 4.2 – Evolução do número de alojamentos entre 2001 e 2011 (Dados INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	58
Quadro 4.3 – Matrix Origem/Destino de 2011 (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	60
Quadro 4.4 – Movimentos pendulares concelhios (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	69
Quadro 4.5 – Evolução dos movimentos pendulares intra-concelhios e modo de deslocação (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	70
Quadro 4.6 – Evolução dos movimentos pendulares inter-concelhios e modo de deslocação (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	71
Quadro 4.7 – Análise SWOT	79
Quadro 0.1 – Projeções para redução das emissões de GEE por setor na União Europeia (adapta- do de: Roteiro de transição para uma economia hipocarbónica competitiva em 2050) ..	97
Quadro 0.2 – Evolução da população residente (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	97
Quadro 0.3 – Evolução da densidade populacional (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	98
Quadro 0.4 – Dimensão média das famílias clássicas (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	98
Quadro 0.5 – Matriz Origem/Destino de 2001 (Dados: INE, 2001; Fonte: Elaborado pelo autor)	99
Quadro 0.6 – Evolução dos movimentos pendulares intra-concelhios e tempo de deslocação (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	101
Quadro 0.7 – Evolução dos movimentos pendulares inter-concelhios e tempo de deslocação (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	101
Quadro 0.8 – Índices de dependência (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	104

Quadro 0.9 – Taxa de atividade (%) (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	106
Quadro 0.10 – Evolução do emprego por setor de atividade económica (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	107
Quadro 0.11 – Capacidade de alojamento nos estabelecimentos hoteleiros por mil habitantes (Dados: PORDATA, 2011 e 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)	108
Quadro 0.12 – Dorminas nos estabelecimento hoteleiros (Dados: PORDATA, 2001, 2011 e 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)	110
Quadro 0.13 – Proporção de dorminas entre Julho, Agosto e Setembro (Dados: PORDATA, 2011 e 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)	111
Quadro 0.14 – Número de peões atropelados (Dados: PORDATA, 2001 e 2011 a 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)	111
Quadro 0.15 – Consumo de energia elétrica do setor dos transportes (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	114
Quadro 0.16 – Evolução do consumo de combustíveis (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)	115
Quadro 0.17 – Consumo de combustível automóvel por habitantes em 2013 (Dados: INE 2011 e 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)	116
Quadro 0.18 – Quota de veículos vendidos em Portugal por tipo de combustível utilizado (Dados: ACAP, 2006 a 2012; Fonte: Elaborado pelo autor)	116
Quadro 0.19 – Quota de veículos ligeiros e habitantes por veículo (Dados: ACAP, 2012; Fonte: Elaborado pelo autor)	117

Lista de Abreviaturas

- APREN** – Associação de Energias Renováveis;
- CELE** – Comércio de licenças de emissão;
- DGEG** – Direção-Geral de Energia e Geologia;
- ENE 2020** – Estratégia Nacional para a Energia 2020;
- FER** – Fontes de energia renovável;
- GEE** – Gases com efeito de estufa
- INE** – Instituto Nacional de Estatística;
- PER** – Plano Energético Regional;
- PET** – Plano Estratégico dos Transportes;
- PETI** – Plano Estratégico dos Transportes e Infraestruturas;
- PENT** – Plano Estratégico Nacional do Turismo;
- PIB** – Produto Interno Bruto;
- PNAEE** – Plano Nacional de Ação de Eficiência Energética;
- PNAER** – Plano Nacional de Ação de Energias Renováveis;
- PNAC** – Plano Nacional das Alterações Climáticas;
- PNPOT** – Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território;
- PROT** – Plano Regional de Ordenamento do Território;
- PROTAL** – Plano Regional de Ordenamento do Território da Região do Algarve;
- P3E** – Plano Europeu de Eficiência Energética
- REFER** – Infraestruturas de Portugal
- SCUT** – Sem custos para o utilizador;
- VCI** – Veículo de combustão interna;
- VEB** – Veículo Elétrico Bateria;
- VEFC** – Veículo de Célula de Hidrogénio;
- VEH** – Veículo Híbrido;
- VEHP** – Veículo Híbrido Plug-In;
- tep** – Tonelada equivalente (eq) de petróleo;
- kWh** – Quilowatt-Hora;
- €** - Euros;
- Gt** – Gigatonelada;
- MPa** – Megapascal;
- °C** – Graus centígrados;
- OCDE1990** – Conjunto dos países na América do Norte, Europa Ocidental, Europa do Norte, Turquia e Oceânia;
- ASIA** – Conjunto de países do continente asiático, exceto médio oriente e Rússia;
- LAM** – Conjunto de países na América Central e América do Sul;
- MAF** – Conjunto de países do continente africano e médio oriente
- INT-TRA** – Representa as deslocações marítimas e aéreas;

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação e enquadramento do tema

O tema da presente dissertação está em linha com a estratégia europeia impressa no Livro Branco dos Transportes de 2011 [1], em que se pretende a redução das importações de petróleo e o corte de 60% nas emissões de gases com efeito de estufa (GEE) no setor dos transportes europeu até 2050 (face aos níveis de 1990), sem degradar qualidade da oferta do setor e sem alterar reduzir a mobilidade da população. No referido documento consta uma lista de 40 iniciativas que refletem a vontade da União Europeia em criar um espaço único europeu dos transportes a nível de passageiros e mercadorias, dando continuidade ao desenvolvimento de tecnologias de transporte e respetivas infraestruturas. No caso do transporte urbano rodoviário, a estratégia europeia pretende a alteração gradual da utilização dos combustíveis fósseis para combustíveis alternativos limpos, sendo que o objetivo até 2030 é de que pelo menos metade da frota de automóveis não dependa de combustíveis fósseis, esperando-se que até 2050 se proceda à total eliminação dos motores de combustão interna convencionais nas cidades tanto a nível do transporte de passageiros como de mercadorias. Além disso o Pacote Energia-Clima fixou as emissões médias dos novos veículos em 130g CO₂/km em 2012 e fixa em 95g CO₂/Km para 2020, exigindo ainda a todos os estados-membros que 10% da energia utilizada no setor transportes tenha origem renovável [2]. Os objetivos e metas referidas anteriormente, bem como as que se apresentarão no Capítulo 2, representam a contribuição do setor dos transportes para alcançar a redução de 80-95% das emissões de GEE ao nível da União Europeia até 2050 (face a 1990), de forma a limitar o aquecimento do planeta em 2°C.

Ao longo dos últimos 40 anos, apesar da evolução tecnológica ter permitido a redução do consumo dos veículos rodoviários e aumento da sua eficiência energética, segundo o Livro Branco dos Transportes, não só não ocorreram transformações no essencial como o acesso por parte da população ao transporte urbano individual se generalizou [1]. De acordo com a Agência Internacional de Energia, estima-se que em 2012 cerca de 53% do total de barris de petróleo extraído era consumido, sob a forma de energia final, por 94% da procura de energia do setor dos transportes a nível mundial, cujas emissões de gases com efeito de estufa representou (nos países da OCDE) 30% do total emitido anualmente [3], 19,7% na União Europeia (EU-28 em 2012) e 24,7% em Portugal (2012) [4]. No mesmo ano, o consumo de energia do setor dos transportes em Portugal representou 36% do total de energia consumida (5% mais do que a indústria) em que 74% do combustível fóssil importado foi consumido por este setor sob a forma de energia final. Estes dados espelham uma distribuição modal desequilibrada em que, segundo a Agência Portuguesa do Ambiente, 89,1% dos passageiros portugueses se deslocam em transporte individual, 5,9% acima da média europeia [5], sendo o setor rodoviário responsável por 90% das emissões totais de GEE do setor.

É neste contexto que surgem as soluções tecnológicas de propulsão alternativa para o transporte urbano de passageiros, altura em que é necessária uma mudança drástica que permita reduzir ao mesmo tempo as emissões de GEE e a dependência dos combustíveis fósseis, potenciando benefícios a nível de saúde pública e redução da exposição económica face à volatilidade do preço do barril de

petróleo. Os trabalhos para a presente dissertação foram enquadrados no âmbito do projeto SOLUTIONS – *Sharing Opportunities for Low Carbon Urban Transportation*, no âmbito de soluções inovadoras de transporte de baixo carbono para cidades, financiado pelo programa I&DT Transporte da Comissão Europeia, cuja participação do LNEC é coordenada pela investigadora Elisabete Arsénio.

1.2. Objetivos e metodologia

O objetivo da presente dissertação consiste em analisar um conjunto de soluções tecnológicas de transporte urbano de passageiros, procurando qualificar o resultado da sua adoção ao nível da redução de emissões de GEE e identificar os condicionalismos inerentes das soluções em causa para a população e sistema energético. As soluções analisadas têm em conta os objetivos a nível de energia e transporte expressos pelos instrumentos de gestão territorial europeus e nacionais. Deste modo presente dissertação pretende responder às seguintes questões:

- Quais (e de que forma) as soluções tecnológicas de transporte que podem contribuir para a descarbonização do setor do transporte de passageiros?
- Conseguirão as soluções tecnológicas em estudo resolver os problemas de mobilidade das cidades?

A metodologia seguida nesta dissertação começa por fazer uso do quadro de instrumentos estratégicos da União Europeia e de Portugal na área da energia e/ou que se relacionam com o setor dos transportes, de forma a compreender o cerne das políticas (Capítulo 2). De seguida consideram-se estudos de ordem tecnológica sobre as soluções de transporte urbano de passageiros que melhor se adaptam aos objetivos da política analisada anteriormente, considerando-se também a sua viabilidade económica, perceção do consumidor e interação com o setor de produção energética (Capítulo 3). Por fim recorre-se à informação estatística sobre região do Algarve recolhida nos anos de 2001 e 2011 pelo programa de recenseamento da população português, procurando, através da análise da evolução ocorrida, compreender como se desenvolve a mobilidade na região e identificar problemas e/ou oportunidades que ponham em causa ou potenciem a viabilidade das soluções tecnológicas estudadas. Para efeitos do caso de estudo, o tratamento dos dados e a respetiva análise espacial foi realizado através do software ArcGIS.

1.3. Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos:

O primeiro capítulo pretende elucidar o leitor sobre importância e enquadramento do tema a nível europeu e nacional, bem como a explicação dos objetivos e metodologia utilizada.

O segundo capítulo analisa os instrumentos de gestão territorial ao nível europeu, de Portugal e da região do Algarve, designadamente no que à política energética e dos transportes concerne, abordando-se os seus objetivos e a sua estratégia no contexto da descarbonização do setor dos transportes.

O terceiro capítulo apresenta o estado do conhecimento em matéria das soluções tecnológicas, sendo abordado: a forma como a tecnologia auxilia a eficiência e redução de consumo energético; a

exploração de energias alternativas e a forma como estas podem apoiar a descarbonização do setor dos transportes; a sua viabilidade económica e impacte social.

O quarto capítulo tem por objeto o diagnóstico da região do Algarve, identificando a problemática da mobilidade e do setor dos transportes da região. Aplicando-se o conhecimento obtido nos Capítulos 2 e 3, pretende-se dentro do contexto da descarbonização, avaliar até que ponto as soluções tecnológicas consideradas contribuem para a sua resolução.

No quinto e último capítulo apresentam-se as conclusões da dissertação, tendo em conta o que foi analisado nos Capítulos 2, 3 e 4 visando responder às questões enunciadas no Capítulo 1 e sugestões a desenvolver numa futura continuação do que foi aqui tratado.

A dissertação faz-se ainda acompanhar por uma bibliografia visando enumerar os documentos considerados na elaboração do documento e por um conjunto de anexos onde consta informação auxiliar utilizada para desenvolver a análise estatística.

2. O PLANEAMENTO DE TRANSPORTES E DA MOBILIDADE URBANA: ESTRATÉGIAS EUROPEIAS E NACIONAIS VISANDO A DESCARBONIZAÇÃO DO SETOR

2.1. Introdução

O presente capítulo apresenta as políticas europeias e nacionais no âmbito do planeamento dos transportes e da mobilidade urbana, com vista à descarbonização do setor dos transportes. Serão também considerados aqueles instrumentos de gestão territorial que abordam temáticas concomitantes à descarbonização do setor em estudo, nomeadamente a utilização da energia alternativa (incluindo renováveis), a eficiência energética, as alterações climáticas e o planeamento da mobilidade urbana sustentável. Procurar-se-á concluir este capítulo através de uma síntese tendo em conta os objetivos estratégicos e respetivas medidas dos documentos analisados para a redução de emissões de GEE e, essencialmente, para a descarbonização do setor do transporte urbano de passageiros.

2.2. Europa 2020 e Estratégia Energética 2030

O programa Europa 2020 criado pela Comissão Europeia em Março de 2010 é um documento que propõe uma estratégia e um conjunto de objetivos para que a Europa ultrapasse de forma construtiva e sustentável o período de transformação em que se encontra, cuja crise económica despoletou. Em matéria de energia, o objetivo é cumprir o Pacote Energia-Clima [6] adotado pela União Europeia em Dezembro de 2008. O seu programa consiste num conjunto de medidas legislativas que estabelecem a estratégia europeia para alcançar as suas metas climáticas e energéticas até 2020. Deste conjunto de medidas fazem parte o comércio europeu de licenças de emissão para reduzir as emissões de GEE no setor da indústria (CELE), a redução do volume de GEE nos setores não cobertos pelo CELE (doméstico, agricultura, tratamento de resíduos e transportes), estabelecem-se ainda metas a nível de produção renovável para os países membros e cria dois programas (*NER300* e *Horizon 2020*) para apoio financeiro ao desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono.

Para o ano de 2020, o Pacote Energia-Clima estabelece as seguintes metas (as percentagens apresentadas são relativas ao ano de 1990) [6]:

- Incorporação de 20% de energia renovável no consumo de energia geral e de 10% no setor dos transportes;
- Redução das emissões de GEE em 20% (ou em 30% se as condições o permitirem);
- Aumento da eficiência energética de 20%;

Sendo este um instrumento estratégico da União Europeia, todas as metas enunciadas são estipuladas para o território europeu no seu conjunto. Dado que os Estados-Membros que o constituem têm economias assimétricas e potencial para energias renováveis diferentes, considera-se que o esforço deve ser partilhado e diferenciado. Relativamente ao caso português, em 2005, 20,5% do consumo de energia final teve origem em fontes de energia renovável, valor que em 2012 aumentou para 24,6% e que deverá chegar a pelo menos a 31,0% em 2020 [7]. No prisma da eficiência energética (redução do consumo de energia primária), Portugal apresentava em 2013 um valor já acima dos 20%

estipulados no Pacote Energia-Clima (24,6%) enquanto, no mesmo ano, as emissões de gases de estufa nacionais foram 12% abaixo dos níveis de 2005 e 21% abaixo dos níveis de 1990 [7]. Estes valores são aparentemente positivos, no entanto, quando considerada a retração económica portuguesa ocorrida nos anos que precederam 2013 inclusive, estes valores perdem expressividade. Caso um Estado-Membro alcance as metas estabelecidas acompanhado de um contínuo crescimento do seu PIB, então podemos considerar que este país está efetivamente a reduzir a relação entre crescimento económico e aumento de emissões de gases com efeito de estufa (intensidade carbónica da economia).

2.3. Estratégia Europeia da Energia 2030

A Estratégia Europeia da Energia 2030 [8] foi expressa pela comunicação da Comissão Europeia “Um Quadro Político para o Clima e Energia no período de 2020 a 2030” emitido em Janeiro de 2014, estabelecendo novas metas para a União Europeia e respetivos Estados-Membros para o ano de 2030. A Comunicação aponta a importância do continuar da política de redução do volume de GEE e estipula as seguintes metas:

- Redução do volume de GEE em 40% (face a 1990), correspondendo a 43% para os setores CELE e de 30% para os não-CELE (face a 2005);
- Elevar o contributo das energias renováveis no consumo de energia para 27%;
- Aumento da eficiência energética até 25%;

Além disso a Comissão informa o final do apoio público para os biocombustíveis obtidos a partir de produtos alimentares após 2020, alertando para a necessidade dos Estados-Membros selecionarem políticas associadas a novos combustíveis em linha com o estipulado no Livro Branco dos Transportes.

2.4. Diretiva Energias Renováveis

A Diretiva 2009/28/CE [9], criada em Abril de 2009 pelo Comissão Europeia, regulamenta a utilização da energia renovável na União Europeia, estipulando regras para a produção, venda e utilização desta energia – por exemplo, no caso dos biocombustíveis, o tipo de solo utilizado pode ser contraproducente e poluir mais do que os combustíveis fósseis, daí a necessidade de regulamentar a sua produção -. Estas são, em geral, matérias que extrapolam o interesse desta dissertação, no entanto, algumas observações ao longo desta Diretiva são de interesse para o transporte urbano e enaltecem a sinergia que se poderá criar entre as dimensões relativas à mobilidade urbana, energias renováveis e emissões de gases de estufa.

Em matéria de transportes, a Diretiva indica que as tecnologias energeticamente eficientes e a energia proveniente de fontes renováveis, associadas a uma expansão da rede de transportes públicos e respetivos incentivos à sua utilização, são dos instrumentos mais eficazes para reduzir a dependência da importação de petróleo. Assim, os Estados-Membros devem procurar reduzir o consumo de energia através do planeamento dos transportes, apoiando a utilização dos transportes públicos e favorecendo a utilização de veículos de propulsão não fóssil assegurando-se que estão dentro das metas estabelecidas pela União Europeia através de um Plano de Ação Nacional por ele criado (veremos no

subcapítulo 2.16 o exemplo português). Este Plano deve por um lado considerar a importância de as novas infraestruturas de transporte estarem preparadas para um futuro em que a produção de energia elétrica é realizada através de fontes de energia renováveis e por outro favorecer as operadoras das redes de transporte que utilizam energia renovável existente na rede. Garantindo-se que todo o produto renovável é utilizado, menos energia será necessária produzir a partir de fontes não renováveis.

2.5. Comércio Europeu de Licenças de Emissão

O CELE [10] é um instrumento criado pela Comissão Europeia para regulamentar as emissões de GEE no contexto do Protocolo de Quioto e estará em vigor entre 2013 a 2020, regido pela Diretiva 2009/29/CE criada em Abril de 2009 [11] e incluída no Pacote Energia-Clima. O objetivo do CELE é gerir o volume de GEE de determinadas atividades (enunciadas na referida Diretiva), de carácter maioritariamente industrial. O único setor dos transportes sob o qual o atual CELE atua é sob o setor do transporte aéreo e, apesar de inovador (pois não consta no Protocolo de Quioto), extrapola o objeto central da presente dissertação.

2.6. Plano Europeu de Eficiência Energética

O Plano Europeu de Eficiência Energética (P3E), adotado pela União Europeia em Março de 2011 [12], refere-se à eficiência energética como um método custo-eficaz da redução das emissões de GEE, pois é uma forma de utilizar menos recursos energéticos mantendo o mesmo nível de consumo, garantindo-se um menor impacto ambiental. O referido Plano considera o setor dos transportes como o segundo de maior potencial para melhoria da eficiência energética, sendo este setor responsável por 32% do consumo de energia final na União Europeia [4]. O P3E refere-se a este setor como “um setor-chave para realização de poupanças energéticas” mas passa a discussão para o documento Livro Brancos dos Transportes [1] onde o tema central é a descarbonização do setor dos transportes (capítulo 2.8), que aborda questões relativas aos sistemas de gestão dos modos de tráfego, à promoção da multimodalidade nos transportes e dos veículos de propulsão não fóssil.

2.7. Plano de Ação para a Mobilidade Urbana

O Plano de Ação para a Mobilidade Urbana, adotado pela União Europeia em Setembro de 2009 [13], é o resultado de uma discussão entre cidadãos, instituições e organismos europeus iniciada pelo memorando do Livro Verde sobre a Mobilidade Urbana [14]. Este plano reúne 20 medidas no âmbito da mobilidade urbana europeia agrupadas em 6 diferentes temas que visam promover a adoção de planos de mobilidade urbana regionais, centrar a oferta de transporte nas necessidades dos cidadãos, tornar os transportes mais ecológicos, reforçar o financiamento europeu, partilhar conhecimento e experiência obtidos e por último otimizar o tráfego através de sistemas de transporte inteligentes. Segundo o relatório *World Urbanization Prospects* realizado em 2014 pelas Nações Unidas [15], 73% da população europeia vive em cidades que geram cerca de 85% do PIB europeu, sendo por isso importante preservar a sua capacidade produtiva zelando simultaneamente pela qualidade de vida dos seus habitantes ao reduzir o impacto da densidade populacional que se reflete em congestionamento

e alto volume de emissões de GEE. Neste sentido e segundo o Plano de Ação para a Mobilidade Urbana, a mobilidade nas cidades no futuro deve procurar mitigar três problemas base dos centros urbanos: o tráfego e congestionamento; a poluição dos transportes rodoviários; os acidentes rodoviários envolvendo peões e ciclistas [13]. Em matéria de transportes mais ecológicos, o Plano de Ação para a Mobilidade Urbana propõe:

- A aplicação do princípio poluidor-pagador (os utilizadores pagam pelos custos da poluição que geram), de maneira a que o cidadão ganhe consciência sobre os custos externos que gera e potencialmente aderir a formas de deslocação menos poluentes, a utilizar infraestruturas menos congestionadas ou a viajar em janelas temporais diferentes;

- Dar apoio financeiro a projetos de investigação e desenvolvimento da mobilidade elétrica, respetiva infraestrutura de recarga e baterias.

2.8. Livro Branco – Roteiro do espaço único europeu dos transportes

O Livro Branco da Comissão Europeia – Roteiro do espaço único europeu dos transportes [1], adotado em Março de 2011, tem por objetivo apoiar o desenvolvimento de um sistema de transporte europeu competitivo e eficiente em recursos, assente na inovação de tecnologias de transporte, modernização de infraestruturas e em recursos renováveis. O referido Livro Branco pretende concretizar a redução do volume de emissões de gases de estufa no setor dos transportes em 20% até 2030 e 60% até 2050 face ao ano de 1990 (equivale a uma redução de 70% face aos níveis verificados em 2008). No âmbito da atividade de transporte rodoviário o Livro Branco indica que o setor deve evoluir para um paradigma de propulsão ecológica, tanto ao nível do transporte de passageiros individual e coletivo como de mercadorias, propondo até para 2030 a redução em 50% do número de veículos de motorização convencional (equipados com motores de combustão interna não híbridos) e para 2050 retirar-los de circulação por completo, esperando que sejam substituídos por tecnologias de baixo teor em carbono. Sugere ainda que ao mesmo tempo se criam infraestruturas de distribuição de novos combustíveis para veículos de propulsão não fóssil, permitindo igualmente reduzir a dependência europeia da matéria-prima fóssil, a poluição sonora e emissões de GEE nos centros urbanos.

2.9. Roteiro da Energia 2050

O Roteiro da Energia 2050 é um memorando da Comissão Europeia de Dezembro de 2011 [16] que tem por base o objetivo da União Europeia de reduzir entre 80% a 95% o volume de emissões de GEE em 2050 (face ao ano de 1990). No memorando constam 7 diferentes cenários que resultam da interação de 4 tecnologias associadas ao setor energético: eficiência energética, energias renováveis, captura de carbono e energia nuclear. Esta é uma ferramenta de apoio para os Estados-Membros constituírem as suas estratégias de redução do volume de GEE emitido e é importante que esta discussão tenha início o mais rapidamente possível (os investimentos energéticos são pensados para um período de 20 a 60 anos) de forma a reduzir a incerteza na chegada a 2050 e captar investimento privado.

Relativamente às tecnologias consideradas e segundo os cenários de descarbonização do setor da energia contemplados neste Roteiro, a eficiência energética pode permitir redução da procura de energia em 41% face a 2005 devendo, no mínimo, chegar aos 32%, a produção de energia nuclear em paralelo com a captura de carbono pode responder até 18% do consumo de energia primária ou produzir até 32% da energia europeia. A tecnologia que deverá ter um papel mais signifiicante no setor energético é a energia renovável, que no cenário menos favorável representa 55% do consumo final de energia e no mais favorável poderá chegar a 97%. Nestes cenários o gás natural terá também um papel fundamental, sendo visto como um combustível de transição pois permite continuar a utilizar-se a tecnologia existente, permitindo a descarbonização até 2030 e 2035.

2.10. Roteiro de Transição para uma Economia Hipocarbónica Competitiva em 2050

O Roteiro de Transição para uma Economia Hipocarbónica Competitiva em 2050, adotado pela Comissão Europeia em Março de 2011 [17], surge no âmbito da Estratégia Europa 2020 e preconiza uma visão a longo prazo para a União Europeia relativamente à utilização eficiente de recursos potenciando a redução do volume de emissões de GEE. Este Roteiro dá seguimento ao memorando referido no subcapítulo anterior, procurando quantificar as reduções de GEE nos vários setores económicos europeus em 2030 e 2050 tendo por base 1990.

O Quadro 0.1 (em Anexo, página 97) mostra as reduções de emissões de GEE que são esperados para os vários setores considerados. Relativamente ao setor da produção de eletricidade, a Comissão Europeia considera possível em 2050, reduzir a quase totalidade das emissões de gases de estufa (entre -93% a -99%), algo que não se repete noutro setor. Por outro lado, o setor dos transportes é o único que em 2005 verifica um crescimento do volume de GEE (30%), em 2030 ainda se projeta que as emissões podem ser 20% a cima ou 9% abaixo sendo que só em 2050 se verificará realmente uma redução entre 54% e 67%. Estes valores refletem o desafio do setor dos transportes relativamente à redução das suas emissões a curto e médio prazo, uma vez que independentemente da descarbonização da produção energética, será sempre necessário não só um grande volume de investimentos (ao nível da eficiência dos veículos, conceção de novos motores e infraestruturação da distribuição) mas também será necessária uma mudança de comportamento por parte da população, aceitação das novas tecnologias e escolhas modais mais sustentáveis.

2.11. Mobilidade Urbana Competitiva e Eficiente em Recursos

A Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, “Avançar em Conjunto para uma Mobilidade Urbana Competitiva e Eficiente na utilização de Recursos” foi emitida em Dezembro de 2013 [18] e tem por objetivo reforçar o apoio da Comissão às cidades europeias na resposta aos desafios impostos pela mobilidade urbana, apelando ao seu desenvolvimento sustentável e utilização eficiente de recursos.

No espaço público urbano, em que se desenvolve a mobilidade urbana (transporte individual e coletivo de passageiros e mercadorias) e a interação social (relacionada com o acesso à habitação, emprego, serviços e lazer), é importante assegurar que a gestão dos sistemas de transporte nas

ciudades europeias integre os diferentes modos de transporte urbano, assegurando uma utilização eficiente do espaço público rodoviário e melhore a acessibilidade e sustentabilidade do meio urbano. Em anexo da referida comunicação, intitulado “Um Conceito para os Planos de Mobilidade Urbana Sustentável” [19], são apresentados pelos Comissão Europeia um conjunto de temas a ter em conta na elaboração destes Planos:

- Transporte público e intermodalidade, cuja estratégia deve centrar-se na integração do transporte público e diferentes modos de transportes no espaço público e melhoria da acessibilidade das infraestruturas, facilitando o transporte multimodal sem descontinuidades;
- Transporte motorizado deve ser otimizado do ponto de vista da gestão do espaço rodoviário procurando reduzir o congestionamento e os acidentes entre veículos e outros modos;
- Logística urbana (recolha de lixo, correios e mercadoria) deve ver reduzidas as suas emissões de GEE e poluição sonora;
- Transporte não motorizado (bicicleta e a pé) deve se tornado mais atrativo, apelando à mobilidade mais sustentável através de ações públicas de diálogo e participação dos cidadãos;
- Gestão da mobilidade (passageiros e mercadorias) através de sistemas de monitorização de transporte inteligentes;

2.12. Estratégia Europeia para os Combustíveis Alternativos

A comunicação da Comissão Europeia ao Parlamento Europeu “Energia Limpa para os Transportes: uma Estratégia Europeia para os Combustíveis Alternativos” foi emitida em Janeiro de 2013 [20] e propõe uma estratégia em torno dos combustíveis alternativos para os vários modos de transporte e respetiva infraestruturização da distribuição, em linha com os objetivos estipulados no Livro Branco dos Transportes (capítulo 2.8).

A Comissão propõe a instalação de pontos de distribuição dos combustíveis gás natural, eletricidade, hidrogénio e biocombustíveis, e através da Diretiva 2014/94/EU de Outubro de 2014 [21] procede a algumas recomendações. O gás natural liquefeito (produzido através de reservas naturais ou biomassa) é identificado como uma substituição viável do gasóleo no transporte de mercadorias de longa distância (marítimo e rodoviário), propondo que instalem pontos de abastecimentos nos respetivos corredores de transporte até 2020 (na rodovia em intervalos de 400 Km e nos 139 portos marítimos e fluviais da rede europeia). No caso do gás natural comprimido para o transporte rodoviário de passageiro é proposto a normalização dos postos de abastecimentos e oferta do combustível em intervalos de 150 Km. Para suporte à mobilidade elétrica, a Comissão refere que é necessário que sejam criados o número suficiente de postos que permitam a circulação destes veículos em aglomerações urbanas e suburbanas sendo que o número postos de carregamento a conceber e o número de veículos deve aproximar-se do rácio 1:10, atendendo às estimativas de utilização deste tipo de veículos no ano de 2020 (8 a 9 milhões de veículos). Os locais de instalação prioritária são aqueles locais onde os utilizadores transitam de um modo de transporte individual para o modo de transporte coletivo. Os Estados Membros que optem por incluir o hidrogénio como fonte de combustível alternativo nos seus Planos de Ação, devem garantir infraestruturas disponíveis para tal até ao final do ano de 2025, mais 5 anos do que o estipulado para as infraestruturas de apoio à mobilidade elétrica. A diretiva

refere ainda boas práticas no âmbito da defesa do consumidor, cujas entidades gestoras devem respeitar. As boas práticas visam assegurar que a divulgação dos preços dos vários combustíveis seja realizada de forma simples e prática, permitindo que os mesmos possam ser comparados entre os diferentes combustíveis. Por outro lado, a localização geográfica dos pontos de abastecimento ou carregamento, o tempo de recarga, a sua disponibilidade e o preço de utilização são informações que deverão ser facilmente acessíveis aos utilizadores.

Estratégias Nacionais

2.13. Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território

O Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT) é uma ferramenta de apoio à elaboração de instrumentos de gestão territorial de carácter estratégico, no âmbito do desenvolvimento territorial, em cooperação com os restantes Estados-Membros europeus. É composto por um Relatório [22] e um Programa de Ação [23] que abrangem todo o território português. O PNPOT foi criado pelo Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional em Dezembro de 2006 e aprovado pela Lei n.º 58/2007 [24], posteriormente retificada pela Declarações de Retificação n.º 80-A/2007 de 7 de Setembro [25] e n.º 103-A/2007 de 23 de Novembro [26]. É objetivo deste Programa estabelecer opções e diretrizes para o desenvolvimento territorial integrado, harmonioso e sustentável do País, constituindo-se por isso o quadro de referência para a elaboração de outros instrumentos de gestão territorial. De acordo com o Programa de Ação do PNOPT, existem seis áreas que Portugal deve considerar na sua estratégia de ordenamento e coesão territorial:

- Recursos Naturais e gestão de riscos;
- Desenvolvimento urbano e rural;
- Transportes, energia e alterações climáticas;
- Competitividade dos territórios;
- Infraestruturas e serviços coletivos;
- Cultura cívica, planeamento e gestão territorial.

Para efeitos da presente dissertação analisar-se-á apenas a estratégia relativa à área transportes, energia e alterações climáticas. Neste âmbito, o PNPOT [22] identifica dois domínios problemáticos: a ineficiência e insustentabilidade ambiental e económica do setor dos transportes e energia; a insuficiência de infraestruturas face às dinâmicas de alteração do povoamento e necessidades locais. Em maior detalhe e relativamente ao setor dos transportes, considera o Relatório que Portugal tem insuficiente infraestruturização aeroportuária, portuária e ferroviária dificultando a conectividade ibérica, europeia, atlântica e global. No prisma interno, a falta de intermodalidade dos transportes e insuficiente desenvolvimento das redes de transporte público, enaltecem a excessiva dependência da rodovia e uso de veículos privados. No caso da energia e alterações climáticas, a elevada intensidade energética e carbónica dos modelos de mobilidade (e baixo recurso à energia renovável) cria uma relação de reciprocidade entre crescimento do PIB e aumento do volume de emissões de GEE problemática. Em adição o País depende em larga escala de fontes primárias de

energia importadas (petróleo, carvão e gás natural), agravando necessariamente a sua dependência externa de energia e exposição ao seu preço de mercado.

Estas são circunstâncias que contribuem negativamente para as metas estabelecidas para Portugal (Pacote da Energia-Clima [6]) e, é neste sentido que o Programa de Ação do PNPOI identifica medidas que considera prioritárias para estes setores:

- Aumentar a participação das fontes renováveis na produção de eletricidade e promover a captura do dióxido de carbono;
- Implementar o Programa Nacional para as Alterações Climáticas;
- Apoiar o desenvolvimento de planos de transportes urbanos sustentáveis que promovam o uso dos transportes públicos e da mobilidade suave, especialmente nas zonas com maior densidade populacional;
- Elaborar planos de mobilidade intermunicipais que reforcem a ligação entre cidades vizinhas e espaços envolventes baseado no transporte coletivo acessível a todos;
- Na conceção de infraestruturas de transporte intermodais, dando especial atenção à capacidade da infraestrutura articular vários modos de transportes, estar localizada perto de equipamentos coletivos e serem de fácil acesso pedonal a todos os segmentos da população;
- Reduzir o número de acidentes rodoviários para metade a cada 10 anos;
- Criar pontos de acesso à internet em terminais de transporte, equipamentos sociais, escolas e locais de atividade turística.

2.14. Roteiro Nacional das Energias Renováveis

O Roteiro Nacional das Energias Renováveis [27] é um documento de apoio à elaboração do Plano Nacional de Ação das Energias Renováveis. Foi criado pela Associação Portuguesa das Energias Renováveis, em Março de 2010, no âmbito do projeto europeu REPAP 2020 (*Renewable Energy Policy Action Paving the way towards 2020*) tendo em conta as exigências da Diretiva 2009/28/CE [9]. Neste documento são feitas projeções para 2020 sobre a utilização das energias renováveis no setor dos transportes, tendo por base os anos e as medidas precedentes a 2010. Segundo [27] o consumo de energia nos transportes aumentou 91% entre 1990 e 2008 e consumiu 38% do total de energia em Portugal, igualando a energia gasta para aquecimento residencial e superando a energia gasta pela indústria.

Tendo em conta que a todos os Estados Membros foi imposto que 10% do consumo total de energia nos transportes tenha origem renovável, o Roteiro sugere que, como a curto e médio prazo o impacto da mobilidade elétrica será reduzido, os 10% deverão ser conseguidos através da introdução dos biocombustíveis de segunda geração em mistura com a gasolina e o gasóleo. Por outro lado conceitos como o *car pooling*, *car sharing* e o uso das tecnologias de informação e comunicação poderão favorecer a eficiência energética e ajudar o setor dos transportes a superar as metas impostas. Na data de publicação deste roteiro não existia legislação para os biocombustíveis de 2ª geração e as normas europeias sobre os combustíveis limitavam o uso dos de 1ª geração em 7%, nestas condições não seria possível para Portugal conseguir a contribuição das energias renováveis em 10%, limitando a sua capacidade para reduzir o volume de GEE para 2020. De forma a garantir o cumprimento das

metas a que o Governo Português se comprometeu (Pacote da Energia-Clima [6]), a APREN apresenta um conjunto de medidas em [27], que considera necessárias implementar no âmbito dos biocombustíveis:

- Criar uma entidade reguladora que certifique os combustíveis vendidos nas gasolinhas têm a quota-parte devida de biocombustíveis;
- Exigir a produtores e importadores que provem a origem do seu produto, garantindo que os biocombustíveis vendidos não tiveram origem em formas igualmente poluidoras;
- Legislar a quota de biocombustíveis e punir os vendedores em incumprimento;
- Incentivar os conceitos *car pooling*, *car sharing* e *park&drive*, reduzindo potencialmente o tráfego motorizado (número de veículos) que circula nas estradas;
- Promover a utilização do automóvel integrado com o transporte público;
- Benefícios fiscais para veículos mais suscetíveis à utilização de biocombustíveis.

As medidas anteriores são importantes a curto prazo, na medida em que abordam a necessidade imediata de regulamentar a produção e distribuição dos biocombustíveis, apelam a novos conceitos de utilização dos veículos motorizados à intermodalidade entre automóvel e transporte público.

2.15. Estratégia Nacional para a Energia 2020

A Estratégia Nacional para a Energia (ENE2020) foi criada pelo 18º Governo Constitucional e aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010 [28]. Este documento pretende criar as condições para a revisão e aprovação dos Planos Nacionais de Ação na área das Energias Renováveis e da Eficiência Energética, de maneira a que Portugal cumpra as metas europeias impostas pelo Pacote da Energia-Clima [6]. Portugal deve dar primazia à segurança de abastecimento energético interno, criando condições que gerem a concorrência e produção descentralizada de energia, investimento na área das energias renováveis e o desenvolvimento tecnológico que potencie a eficiência energética. Desta forma pretende-se obter resultados a nível da redução da intensidade energética, intensidade carbónica e desenvolvimento das redes inteligentes¹.

Através da consulta da referida Estratégia, verifica-se que ele não está concretamente relacionado com setor dos transportes. Ainda assim, relaciona-se indiretamente com o setor ou diretamente com a região do Algarve, caso de estudo na presente dissertação. Neste sentido, enunciam-se as questões que se enquadram nesta perspetiva:

- Provir o porto de Sines de infraestruturas que aumente a capacidade de armazenar gás e assim ter um papel relevante na sua distribuição a nível ibérico;
- Contruir o Centro Ibérico de Energias Renováveis e Eficiência Energética, em parceria com o Governo Espanhol, potencialmente apoiará a investigação tecnológica no âmbito dos veículos elétricos e das redes inteligentes;
- Massificar a utilização do veículo elétrico em Portugal através do programa Mobi.E e respetiva rede de carregamento, aberto a todos os operadores;

¹ As redes inteligentes permitem gerir a produção, distribuição e armazenamento da energia reduzindo a intensidade energética em períodos de cheia e aumentando-a em períodos de vazio.

- Apoiar o desenvolvimento de novas soluções de mobilidade hipocarbónicas e mobilizar a população para a utilização dos transportes públicos e dos modos suaves;
- Liberalizar o mercado da eletricidade e do gás;
- Diversificar o tipo de energias renováveis produzidas no País, potenciando a segurança energética do País;
- Apoiar fiscalmente a produção descentralizada de energia;
- Utilizar as verbas geradas pelas licenças de emissão de dióxido de carbono para apoiar o crescimento dos mercados das energias renováveis;
- Promover a articulação entre ordenamento do território e planeamento dos transportes a nível regional.

2.16. Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética e Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

O Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE 2016, para o período 2013-2016) e o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER 2020, para o período 2013-2020) foram adotados pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 20/2013 [29] em Abril de 2013 e constam em anexo da referida Resolução. O PNAEE e PNAER são instrumentos de planeamento energético que têm por objetivo delimitar a forma como Portugal conseguirá cumprir os seus compromissos internacionais em matéria de eficiência energética (redução de 20% no consumo de energia elétrica até 2020) e energias renováveis (10% de energia renovável no consumo de energia do setor dos transportes e 31% no consumo de energia final bruto), atuando para esse efeito sob os setores dos transportes, residencial e serviços, indústria, estados e agricultura.

De acordo com [29], para o sector dos transportes, existem três programas ao abrigo do PNAEE no âmbito da eficiência energética:

- Eco Carro de que fazem parte 3 medidas para o aumento da eficiência energética dos veículos de transporte individual: a primeira promove tributação verde que visa diferenciar o valor do Imposto Sobre Veículos e do Imposto Único de Circulação, consoante o seu nível de emissões de cada veículo. A segunda medida intitulada de Pneu Verde, propõe a rotulagem dos pneus vendidos após Novembro de 2012 de forma a informar o consumidor sobre a sua eficiência energética e procurando sensibilizá-lo para utilização da pressão correta durante a sua utilização, propondo a verificação obrigatória da pressão nos centros de Inspeção Periódica (IPO). Por último o programa Mobi.E, procura promover a utilização rotineira de veículos elétricos em meio urbano, com a construção de infraestruturas de carregamento.

- A Mobilidade Urbana abrange duas medidas relacionadas com a alteração da repartição modal para o transporte coletivo de passageiros e mobilidade suave nas zonas urbanas. Pretende-se que os municípios utilizem o «Pacote da Mobilidade» (criado pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres) como ferramenta de apoio a decisões no domínio do ordenamento do território procurando soluções que conjuguem estacionamento e transportes coletivos. Nas zonas rurais de baixa densidade, pretende-se implementar um serviço de transporte público flexível (TPF) que se adeque à procura. Ainda no domínio do transporte coletivo, centrais de gestão das frotas de táxi poderão permitir a

redução do número de percursos realizados em vazio, emissões e o potencial congestionamento. Dentro da Mobilidade Suave foi criado o «Plano de Promoção da Bicicleta e Outros Modos de transporte Suave 2013-2020» e «Carta da Mobilidade Ligeira». Estes são instrumentos municipais, com que se pretende desenvolver uma estratégia de promoção de utilização quotidiana da bicicleta, ligando, por vias cicláveis, zonas de emprego, zonas residenciais e zonas de serviço.

- Sistema de Eficiência Energética no Transportes está relacionado com a dinamização das redes ferroviárias de passageiros e com a gestão energética das frotas de transporte coletivo de passageiros. No que respeita à rede ferroviária, a redução do tempo de viagem entre Lisboa, Porto e Castelo Branco, são exemplos de medidas que visam melhorar a eficiência da exploração e qualidade do serviço prestado, trazendo vantagens económicas e ambientais em prol do veículo particular. Relativamente ao transporte terrestre, esta medida visa promover a instalação de sistemas de nitrogénio em oficinas de transportes de passageiros e de frotas particulares, dado que desta forma garante-se a adequada pressão nos pneus durante mais tempo. Por outro lado, a monitorização do desempenho de motoristas profissionais, é uma medida que visa corrigir hábitos de condução e educar os condutores de boas práticas bem como a instalação de dispositivos que auxiliem a eco condução.

Relativamente ao PNAER, ele expressa duas medidas para o setor dos transportes no âmbito das energias renováveis. A primeira medida chama-se Biocombustíveis, promove a utilização de recursos endógenos e de resíduos para a produção de biocombustíveis. Aliada à promoção de biocombustíveis, foi estabelecido no Decreto-Lei n.º 117/2010 de 25 de Outubro [30], um limite mínimo de incorporação de biocombustíveis (em teor energético) tanto na gasolina como no gasóleo, valor que em 2011 era de 5% e em 2019 chegará aos 10%. A segunda, denominada de Mobilidade Elétrica, promove a construção de infraestruturas de carregamento de veículos elétricos em zonas de maior densidade populacional, promovendo a utilização rotineira deste tipo de veículos ainda que considere que estes veículos até 2020, apenas deverão conseguir contribuir com 1,2% para a meta de 10% e assim colocando mais pressão sobre os biocombustíveis.

2.17. Plano Estratégico dos Transportes e Plano Estratégicos dos Transportes e Infraestruturas

O Plano Estratégico dos Transportes [31] (PET) foi aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 45/2011 [32] e centra-se na gestão económico-financeira do setor entre os anos 2011 e 2015. O Plano é resultado de um acordo entre o Estado Português, Comissão Europeia, Banco Central Europeu e o Fundo Monetário Internacional assinado quando Portugal perdeu a capacidade de se financiar junto dos parceiros internacionais. Os capítulos abordados no PET com maior relevância são: transporte público de passageiros, infraestruturas rodoviárias, marítimo-portuário e o transporte aéreo sendo que em nenhum destes capítulos é abordada a região do Algarve em específico, mas são feitas, por exemplo, análises e ponderações sobre o transporte de passageiros em geral de interesse para esta dissertação.

Em relação ao transporte público de passageiros, este documento aborda as empresas Carris, Metro de Lisboa, Caminhos de Portugal, Sociedade de Transportes Coletivos do Porto, Metro do Porto, Transtejo e REFER. Apesar de nenhuma destas empresas atuar na região do Algarve, é preponderante

ter em conta as razões que levam organismos internacionais a exigir a sua reorganização. A análise entre procura e oferta destas empresas revela que em todas elas a procura é muito inferior à oferta (relação 1:5). No prisma do custo e proveito, a análise revela que apesar de da baixa procura de transporte coletivo, as empresas conseguem pelo menos cobrir os seus custos de operação justificando a criação de medidas que promovam o aumento das taxas de ocupação destes transportes, situação que poderia tornar estas empresas rentáveis. Em matéria de mobilidade urbana, esta situação também não é sustentável do ponto de vista energético, gastando-se recursos para manter um sistema de transporte em funcionamento enquanto os cidadãos utilizam o seu próprio meio de transporte individual potenciando as emissões de volumes de GEE e o congestionamento urbano.

Relativamente ao transporte público de passageiros, o PET refere duas reformas para as quais o Estado Português deve criar legislação. A primeira diz respeito à transferência de competências para as autarquias no que à conceção de redes de transporte, assumindo que elas terão um maior conhecimento do seu território e automaticamente maior capacidade para o gerir as suas necessidades. A segunda reforma diz respeito à regulamentação do transporte público flexível em locais vítimas do êxodo rural, cuja aplicação de soluções de transporte coletivo deverá ter em conta critérios de sustentabilidade económica, ambiental e social.

O Plano Estratégico dos Transportes e Infraestruturas [33] (PETI3+) promove orientações estratégicas para o setor dos transportes entre os anos 2014-2020 e surge como uma atualização do PET projetando uma segunda fase de reformas para o setor dos transportes. Desde logo a temática da mobilidade é abordada a longo prazo, estabelecendo uma visão para o ano de 2050, tem em conta os seguintes aspetos:

- A rede de transportes públicos deverá dar especial atenção às deslocações casa-trabalho, casa-escola e lazer;
- Constituir uma vantagem competitiva para o setor do turismo;
- Favorecer a intermodalidade e a coesão territorial;
- Priorizar a redução das emissões de dióxido de carbono e reduzir o consumo energético;
- Ligar a rede aeroportuária, ferroviária e marítima no que ao transporte de passageiros diz respeito;
- Criar uma rede de terminais de cruzeiro e infraestruturas de recreio náutico;
- Apoiar a população com menor rendimento aquando da utilização das redes de transporte público.

A estratégia implícita no PETI3+ traduz-se em investimentos a nível das infraestruturas ferroviárias (43 % do investimento total) e marítimo-portuárias (25% do investimento total) com especial enfoque no transporte de mercadorias, sendo seu objetivo melhorar o funcionamento deste subsector dos transportes de forma a reduzir o congestionamento rodoviário e circulação de veículos pesados em meios urbanos. Relativamente ao transporte rodoviário (15% do investimento total) é estabelecido como meta o aumento do número de Km percorridos em autoestradas em 15%. No caso do transporte público de passageiros (12% do investimento total), pretende-se o aumento de até 15% da taxa de ocupação do transporte coletivo. Apesar destes investimentos terem por base critérios de sustentabilidade económica, redução do volume de GEE, aumento da eficiência energética e

incorporação de energias renováveis, não são mencionadas metas nem outro tipo de objetivos neste documento.

2.18. Pacote Mobilidade

O Pacote Mobilidade [34] foi criado pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres em Janeiro de 2012. Este Pacote é de âmbito nacional e pretende ser a base para os Planos de Mobilidade e Transporte em Portugal, onde constam diretrizes e orientações tendo por base medidas e indicações expressas em documentos de Política Europeia e Nacional, enunciados nos capítulos anteriores. As medidas que constam neste Pacote têm em comum três princípios: o princípio da eficiência (oferta de transporte deve corresponder à procura); o princípio da equidade (a área da mobilidade constituir uma oportunidade para a uma maior parte população); o princípio da sustentabilidade (as novas soluções para o transporte de passageiros devem ter em conta critérios económicos e devem promover sinergias entre políticas energéticas, ambientais e sociais). Apresentam-se de seguida as medidas que constam no Pacote Mobilidade:

- Garantir boas condições de acessibilidade a todos os modos de transportes, procurando não excluir determinadas áreas urbanas nem categorias ou grupos de cidadãos;
- Configurar a rede de transporte apelando à sua eficiência energética;
- O sistema de transporte deve conseguir reduzir o volume de viagens em transporte motorizado individual e os modos promovidos devem procurar ser energeticamente limpos, apelando ainda à transferência modal;
- Gerir as soluções de transporte face à densidade da procura e períodos horários;
- Permitir a boa legibilidade do sistema de transporte e responder aos principais polos atractores e geradores de deslocações;
- Fornecer informação atualizada e em tempo real aos utilizadores do sistema de transporte;
- Procurar a participação dos cidadãos no desenvolvimento das formas de transporte.

2.19. Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050

O Roteiro Nacional de Baixo Carbono [35] foi desenvolvido pela Agência Portuguesa do Ambiente, publicado em Maio de 2012, cuja elaboração foi determinada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 93/2010 [36]. Este estudo tem por objetivo determinar a viabilidade de alcançar, em 2050, a redução de emissões de gases de estufa em Portugal nos setores da agricultura, produção de eletricidade, indústria, transportes, resíduos, edifícios, floresta e uso do solo. As projeções baseando-se no E.VALUE (Estudos e Projetos em Ambiente e Economia e no CENSE (*Center for Environmental and Sustainability Research*)). As projeções não consideram qualquer medida fiscal, apenas soluções custo-eficazes e restrições às emissões de gases com efeito de estufa. Em cada projeção são apontados valores para um cenário alto (crescimento do PIB 3% até 2050) e para um cenário baixo (crescimento do PIB 1% até 2050). Para efeitos de esta dissertação, apenas será tido em conta os resultados do setor dos transportes. Consoante os seus resultados, este roteiro pretender servir a elaboração de futuros planos de redução de emissões, nomeadamente o Plano nacional de Alterações

Climáticas e os Planos Setoriais de Baixo Carbono. Os resultados dizem que é possível, do ponto de vista técnico e económico, reduzir as emissões de gases com efeito de estufa no setor dos transportes entre 61% e 74% em 2050 face a 1990, significando que Portugal estaria em linha com os objetivos europeus.

Ainda neste setor, e segundo este estudo, é expectável que a partir de 2020 o perfil tecnológico dos transportes se altere, favorecendo a redução do consumo de energia e aumentando a eficiência energética do setor. Os biocombustíveis terão um papel nesta matéria logo a partir de 2020 e com maior impacto entre 2030 e 2040. A mobilidade elétrica surge também, a partir de 2020, como solução para o transporte ligeiro de mercadorias (curta distância) enquanto, só em 2030, a mobilidade elétrica terá efeito sob o transporte ligeiro de passageiros (curta e longa distância) e apenas através da tecnologia híbrida. Desta forma e de acordo com o Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050 [35] é expectável a diminuição de procura nacional de produtos refinados fósseis a partir de 2030 e a propulsão a hidrogénio só deverá surgir entre 2040 e 2050.

2.20. Programa Nacional para as Alterações Climáticas

O Programa Nacional para as Alterações Climáticas [37] (PNAC) foi criado pelo Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia em Maio de 2015 para o horizonte 2020 a 2030, para o controlo e redução das emissões de GEE dando resposta aos compromissos internacionais assumidos entre Portugal e União Europeia no âmbito do Protocolo de Quioto e Pacote Energia-Clima, atuando sobre os setores não abrangidos pelo CELE onde se inclui o setor dos transportes.

O conjunto de medidas do PNAC respeita a três vetores de atuação: gestão da mobilidade, tecnologia e comportamentos. A gestão da mobilidade no âmbito do transporte de média e longa distância de passageiros tem por objetivo a redução da intensidade carbónica das deslocações e diz respeito à incorporação do critério desempenho ambiental de baixo carbonos nos concursos das concessões do serviço público de transporte de passageiros, aumentar o papel do transporte público na repartição modal e adotar um sistema de transporte flexível para zonais de baixa densidade populacional. Relativamente ao transporte urbano e suburbano, a gestão da mobilidade propõe a adoção de Planos de Mobilidade para municípios com mais de 50.000 habitantes em conformidade com os seus polos geradores e atratores de deslocações, promovendo simultaneamente o *car sharing*, *bikesharing* e *car pooling* e adequar a frequência do transporte coletivo à procura. É objetivo de estas medidas conseguir um aumento de 7% da repartição modal suave.

Relativamente ao segundo vetor de atuação (tecnologia), as medidas aqui expressas têm por objetivo reduzir a intensidade carbónica dos veículos de transporte rodoviário, propondo a renovação da frota para veículos com elevado desempenho ambiental, potenciar a utilização de biocombustíveis de 2ª geração, promoção da mobilidade elétrica.

O terceiro e último ponto reúne medidas no sentido de obter da parte da população um comportamento mais eficiente e propõe a introdução da eco-condução na formação dos condutores e a divulgação dos novos programas de mobilidade urbana a adotar pelos municípios.

Este conjunto de medidas tem por objetivo alcançar em 2020 uma redução de emissão GEE no setor dos transportes, na ordem dos 24% face a 2005 e uma redução em 2030 de 26% a 35% (face a

2005), tendo em conta um cenário de crescimento alto² e um cenário de crescimento baixo³ respetivamente. Ainda para 2030 espera-se a redução do consumo de gasóleo e gasolina de 38% e 75% respetivamente.

2.21. Síntese

A análise dos instrumentos de gestão territorial considerados neste capítulo revelam existir metas a curto, médio e longo prazo para os Estados-Membros no seu conjunto que se centram em três questões: a incorporação da energia renovável no consumo final de energia, redução das emissões de GEE e o aumento da eficiência energética da economia (reduzir o consumo de energia sem reduzir a produção). Os cenários de descarbonização para 2050 realizados pela Comissão Europeia revelam a importância da captura de carbono, energia nuclear e principalmente das energias renováveis, sendo a contribuição das energias renováveis no cenário menos favorável de 55% (97% no mais favorável). A Comissão adianta ainda a importância dos combustíveis de transição, nomeadamente o gás natural esperando-se que este combustível possa vir a ter um papel crucial na descarbonização do setor dos transportes bem como do setor energético. O resultado da modelação destes cenários mostra que em 2030 o setor dos transportes é o único que se espera emitir maior volume de emissões de GEE face a 1990, enquanto o setor energético é aquele que se espera estar livre de emissões de GEE em 2050.

Face às metas estabelecidas para Portugal, foi conseguido incorporar 24,6% de energia renovável no consumo final de energia em 2012 sendo que para se alcançar a meta de 2020 (31,0%), poderá verificar-se um crescimento anual inferior aquele obtido a partir de 2005. Por outro lado, as emissões de GEE de Portugal foram em 2013 21% menores do que em 1990, acima do que se pretende para 2020 (20%). Ainda que positivo, não se pode menosprezar o contexto económico português dos últimos anos (redução de salários, aumento da carga fiscal, encerramento de empresas e aumento do desemprego, aumento do preço dos combustíveis fósseis) que grande contribuição teve na obtenção dos resultados referidos.

Considerando agora o setor dos transportes, os instrumentos de gestão territorial europeia pretendem a incorporação da energia renovável no setor e redução do número de veículos propulsão fóssil. No âmbito do transporte de passageiros são adiantadas linhas gerais a considerar pelos Estados-Membros tanto relativas ao transporte individual como ao transporte coletivo. Relativamente ao transporte individual a União Europeia propõe que se incentive a utilização de veículos de propulsão não fóssil (e respetivo desenvolvimento), dando-se início ao desenvolvimento da infraestrutura de distribuição de combustível tendo em conta essas novas formas de propulsão. A curto prazo pretende-se a incorporação de 10% de energia renovável no setor dos transportes que, segundo o PNAER 2020, conseguir-se-á implementar em 2019, ficando por mencionar qual o impacto dessa mistura na frota portuguesa de veículos. O referido Plano aponta a importância da expansão da distribuição elétrica para os veículos individuais de transportes através do programa Mobi.E, adiantando que o contributo dos veículos elétricos para a meta de 10% de energia renovável no setor dos transportes deverá chegar aos 1,2%.

² Crescimento anual do PIB em 3%.

³ Crescimento anual do PIB em 1%.

No caso do transporte coletivo de passageiros, os instrumentos de gestão territorial portugueses indicam existir fraca infraestruturação dos vários modos de transporte coletivo (tanto a nível externo como interno), insuficiente desenvolvimento das respetivas redes e deficiente intermodalidade, propondo uma revisão das estratégias de planeamento de transporte que promovam a utilização do transporte público dando especial atenção às deslocações casa-trabalho e trabalho-casa com foco na intermodalidade entre os vários modos coletivos e entre os coletivos e os individuais. Apesar da referida importância e subdesenvolvimento do transporte coletivo de passageiros português, apenas 12% do investimento total previsto até 2020 deve afetar o transporte público de passageiros, prevendo-se que se consiga aumentar a taxa de ocupação da referida infraestrutura até 15%.

Ao nível regional e apelando à necessidade de gerir o transporte individual e coletivo em conjunto, Portugal subscreve a vontade da Comissão Europeia de criar Planos de Mobilidade Urbana Sustentáveis a nível regional. Estes planos devem atender ao aumento da utilização do transporte coletivo em zonas de alta densidade e criação de opção de transporte flexível em baixa densidade ou áreas de desertificação. Além disso estes Planos devem conseguir integrar os vários modos de transporte (aéreo, fluvial, ferroviário e rodoviário), promover o *car sharing*, *car pooling* e *bikesharing* e reordenação do espaço público, de forma a reduzir o número de deslocações em transporte individual em prol de modos de deslocação a pé ou bicicleta e transporte coletivo público. Este conjunto de matérias são importantes para a descarbonização do setor dos transportes em específico, aquele setor que por um lado, a Comissão Europeia mostra ser o mais difícil de descarbonizar e por outro, permitirão alcançar as metas estipuladas para 2030 e 2050.

3. ESTADO DO CONHECIMENTO EM SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE TRANSPORTE HIPOCARBÓNICAS

3.1. Análise de tendências do volume de emissões de gases com efeito de estufa no setor dos transportes em Portugal e na Europa

O setor dos transportes constitui um dos setores económicos com potencial para a redução do volume de emissões de gases com efeito de estufa (GEE) e do consumo de energia derivada dos combustíveis fósseis. Conforme apresentado no Capítulo 2 da presente dissertação, a política europeia reconhece que até 2050 este setor deverá ser alvo de uma reforma, começando por tirar partido do desenvolvimento tecnológico ao nível dos veículos e das infraestruturas de suporte associados a uma rede energética de menor intensidade carbónica.

As emissões geradas por cada modo de transporte podem ser desagregadas segundo a atividade de transporte, intensidade energética do modo de transporte e intensidade carbónica do combustível utilizado, calculando-se pela seguinte equação:

$$\text{Total GEE emitido} = \text{Intensidade Carbónica do Combustível} \times \text{Intensidade Energética} \times \text{Atividade}$$

Equação 3.1 – Cálculo das emissões de GEE de um modo de transporte (Fonte: IPCC, 2014)

O parâmetro da Intensidade Carbónica do Combustível diz respeito ao rácio entre o volume de CO₂ emitido pelo combustível considerado por uma quantidade de energia (tCO₂eq/MJ). A Intensidade Energética de um modo de transporte calcula-se através do rácio entre uma quantidade de energia e o número de passageiros por quilómetro que transporta (MJ/p-km). A Atividade refere-se ao modo de transporte, nomeadamente o número de viagens ou a distância associada às viagens e representa-se pelo número total de passageiros transportados por quilómetros (p-km total).

Ao longo do presente capítulo será realizada a análise das tecnologias atuais e em prospetiva no médio prazo (até 2030) e no longo prazo (até 2050) visando obter informação sobre:

- O panorama atual do setor dos transportes em termos da eficiência energética dos veículos e emissões de GEE do setor;
- O estado atual de desenvolvimento, barreiras (a ultrapassar) e mercado potencial das tecnologias de propulsão alternativa;
- O potencial das fontes de energias alternativas ao petróleo tendo em conta a sua intensidade carbónica.

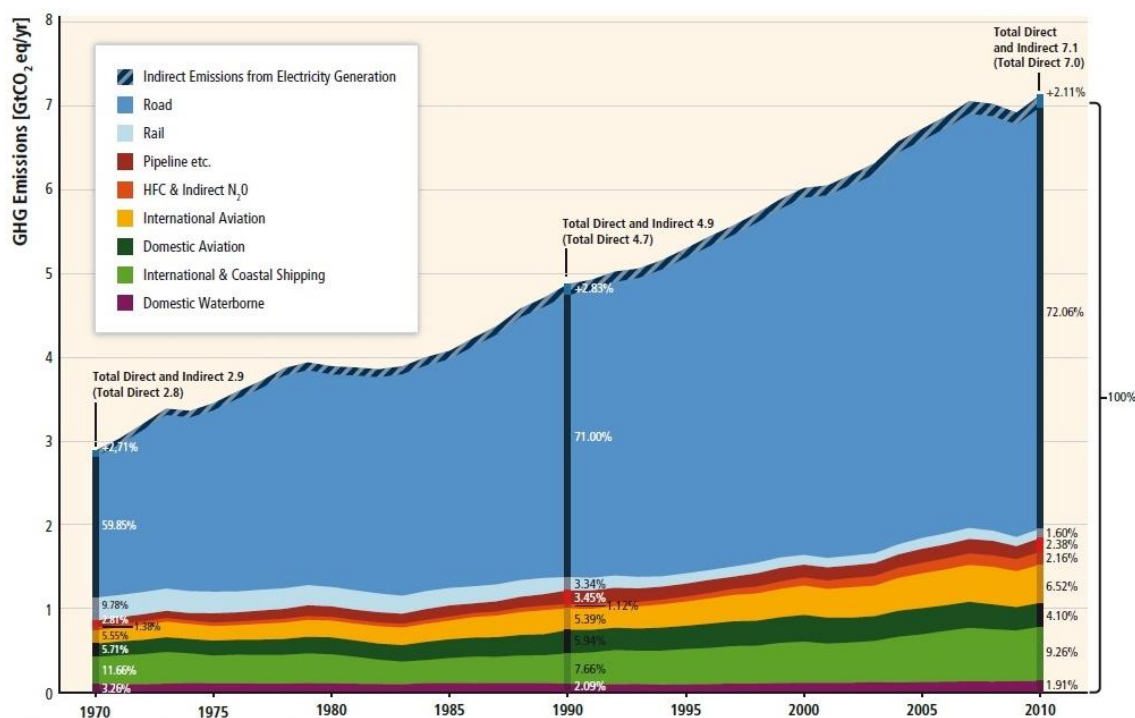


Figura 3.1 – Emissões de GEE por modo de transporte a nível mundial (Fonte: IPCC, 2014)

A Figura 3.1 representa a evolução do volume de emissões do setor dos transportes a nível global, desde o ano 1970 até 2010 (GtCO₂ eq/ano), de forma a melhor perceber a dimensão dos padrões de crescimento de GEE ocorridos. Nesse período, o volume de emissões de GEE do setor dos transportes subiu 250%, de 2,8 GtCO₂ eq (1970) para 7,0 GtCO₂ eq (2010). Representada pela cor azul, em 2010 o modo rodoviário é o maior emissor de GEE (72%), seguido do transporte marítimo (9,2%). O transporte aéreo encontra-se em terceiro lugar com uma quota de 6,5% e por último o ferroviário com 1,6%. Note-se que em 1990 o setor rodoviário representava 71% das emissões totais, significando que nas duas décadas seguintes as emissões de todos os modos de transporte considerados cresceram em igual proporção.

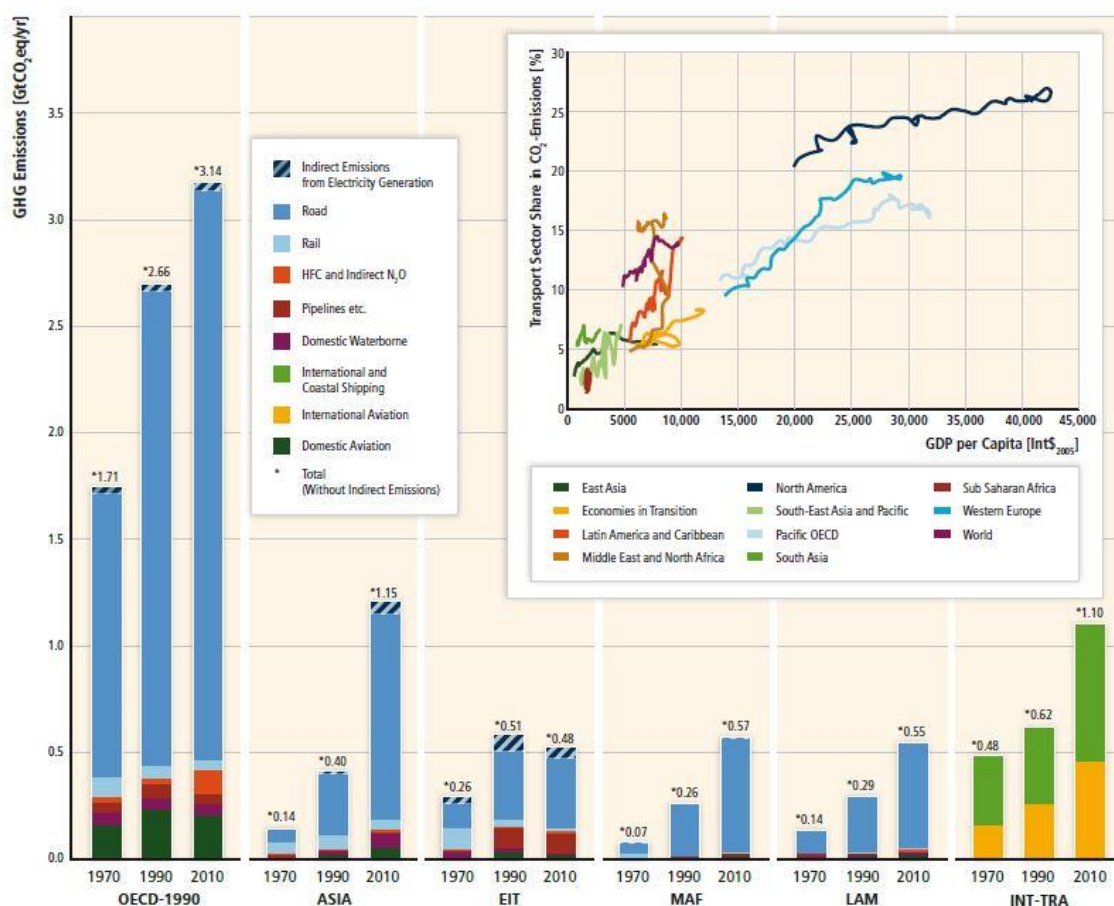


Figura 3.2 – Emissões de GEE por o modo de transporte e por organização internacional (Fonte: Mitigation of Climate Change, 2014)

Conforme se mostra na Figura 3.2 o conjunto de países que mais contribuiu para as 7,0 GtCO₂eq verificadas em 2010 foram os países da OCDE, com 3,14 Gt (45% do total de emissões de GEE), notando-se que o transporte rodoviário contribuiu com 2.7 Gt (87%).

Segundo a Agência Internacional da Energia [3], o setor dos transportes dos países da OCDE é responsável por 30% do volume total de emissões de GEE, enquanto em países não-OCDE o transporte é responsável por apenas 3%. Além disso, ainda relativamente à OCDE, 53% do consumo primário de petróleo abastece 94% do total da procura energética dos transportes, sendo metade de essa procura respetiva ao transporte ligeiro de passageiros. O gás natural é a segunda fonte de energia com 3%, os biocombustíveis surgem em terceiro com 2% e, por último, a eletricidade com 1%.

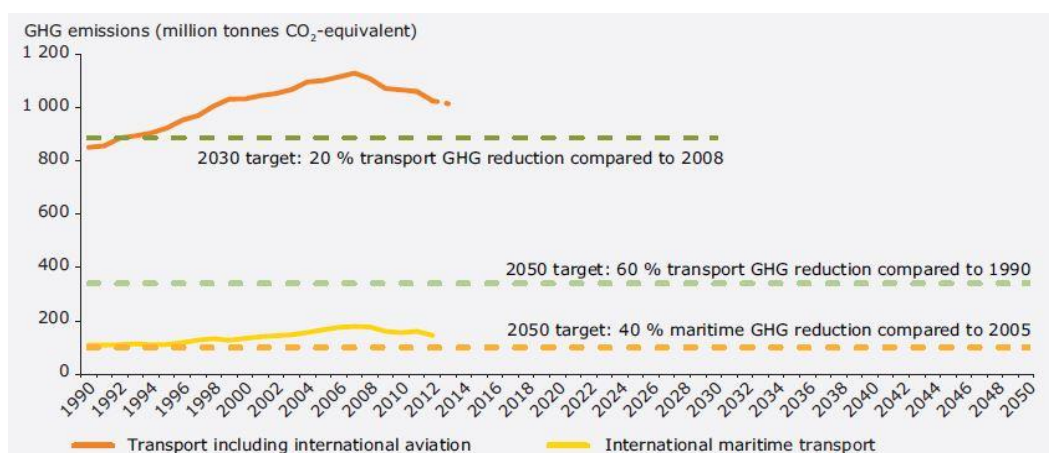


Figura 3.3 – Evolução das emissões GEE do setor dos transportes Europeu (Fonte: EEA, 2014).

No plano Europeu e segundo a Figura 3.3, o ano de 2007 foi o primeiro desde 1990 em que se verificou uma redução do volume de emissões de GEE e desde esse ano que as emissões baixaram aproximadamente 10%, ainda 20,5% acima dos valores de 1990⁴.

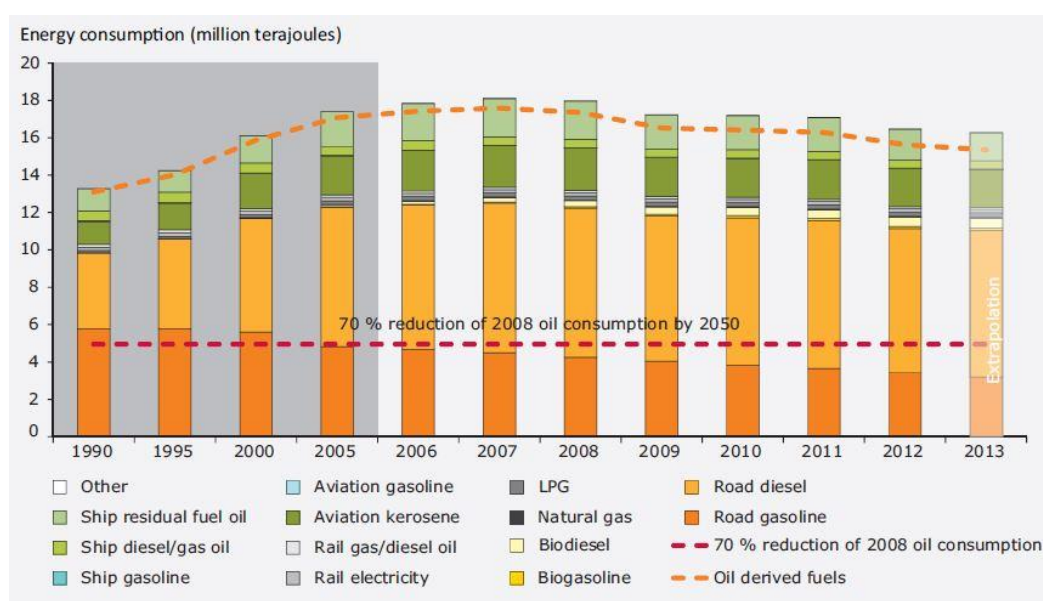


Figura 3.4 – Consumo de energia do setor dos transportes europeu por tipo de combustível (Fonte: TERM, 2014)

Por outro lado observando a Figura 3.4, vemos que apesar de o consumo anual de energia ter crescido 37% desde 1990 até 2007, o mesmo desceu 9,1% entre 2007 e 2012. Além disso o consumo de gasolina e gásóleo rodoviário foi responsável por 73% do consumo de energia no setor. Vemos ainda que o consumo dos mesmos derivados fósseis tem baixado desde 2007, no entanto apenas o consumo de gasolina baixou (45% desde 2000, 3,75% ao ano) enquanto o consumo de gásóleo subiu 25% entre 2000 e 2007 e a partir daí manteve-se igual. A redução do consumo de gasolina está

⁴ Esta redução não é sinónimo de melhoria da qualidade do ar pois poluentes como o óxido nítrico (NOx) existem ainda em grandes concentrações nos meios urbanos, resultado da quota de veículos a gásóleo consequência das políticas que os favorecem em relação à gasolina, nomeadamente no custo do combustível e política de impostos.

diretamente associada à subida de preço por litro que segundo [38] desde 2000 que não parou de aumentar (entre 2000 e 2012 o preço duplicou).

Estes valores refletem uma tendência favorável para o cumprimento das metas de redução de missões de GEE e consumo de derivados fósseis para 2030 que, de acordo com [39], têm a ver com a nova legislação Europeia que atua sobre a indústria automóvel (Pacote Energia-Clima [6], limitação das emissões médias para veículos novos) e com alterações das preferências do consumidor (aumento generalizado do preço da gasolina e gasóleo). No caso da indústria automóvel, a União Europeia estabeleceu um limite de 130 gramas de CO₂ por quilómetro para as emissões médias dos veículos novos vendidos a partir de 2015, cujo valor foi alcançado já em 2013 (sem alterarem a potência dos motores). Além disso, a eficiência dos veículos vendidos em 2013 era 10% superior aos vendidos em 2010 apesar de a sua massa ser maior. Relativamente às preferências do consumidor, segundo a Agência Europeia do Ambiente [39], o número de registos de veículos de propulsão alternativa tem aumentado consecutivamente desde 2009, ainda que representem apenas 1,5% do total de veículos vendidos. Por outro lado, os fatores externos ao setor dos transportes tiveram também um papel importante nestes resultados, nomeadamente fatores económicos. O continente Europeu vive uma recessão económica agravada pela subida dos preços do petróleo que reduziu a procura de combustível e consecutivamente as emissões de CO₂.

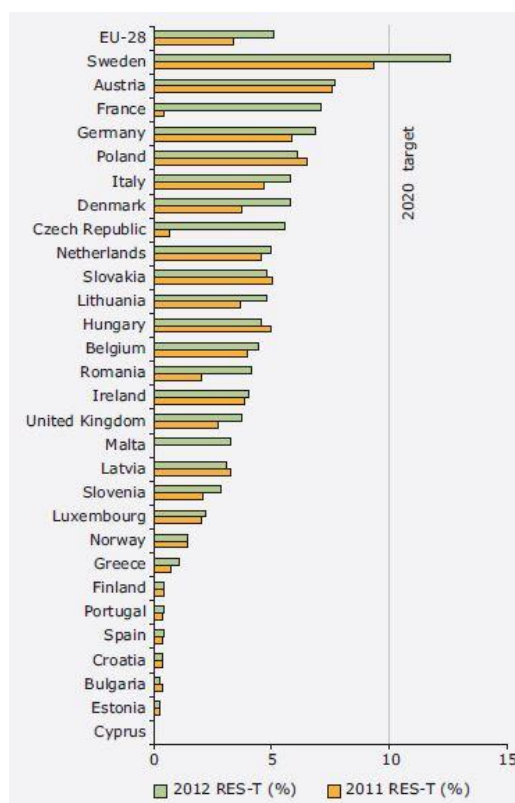


Figura 3.5 – Percentagem de energia renovável utilizada pelo setor dos transportes em 2011 e 2012 na EU-28 (Fonte: TERM, 2014)

De acordo com a Figura 3.5 a percentagem de energia renovável utilizada no setor dos transportes da EU-28 subiu de 3,4% em 2011 para 5,1% em 2012 o que também contribuiu para a

descida do consumo de derivados fósseis. Esta subida foi maior do que aquela que seria necessária para se continuar na rota dos 10% exigidos pela Comissão Europeia em 2020.

Em Portugal, de acordo com o Relatório do Estado do Ambiente 2013 [40] e o Relatório de Estado do Ambiente 2015 [5], em 2012 o setor dos transportes consumiu 35,8% da energia final total seguido da indústria com 33,7%, em que 74% do consumo final de petróleo ocorreu no setor dos transportes, 43% correspondendo ao gasóleo, 17% gasolina e 8% o gás natural. Além disso a procura de derivados fósseis diminuiu 11,4% de 2011 para 2012 e 2,7% de 2012 para 2013. As emissões de GEE do setor dos transportes subiram 18% entre 1990 e 2002, mantendo-se constante até 2009 altura em que iniciou um comportamento decrescente (devido à incorporação dos biocombustíveis na gasolina e gasóleo). Apesar de Portugal não possuir recursos energéticos endógenos o seu índice de dependência energética tem vindo a diminuir cerca de 73,7% em 2013, 79,8% em 2012 e 88,8% em 2005.

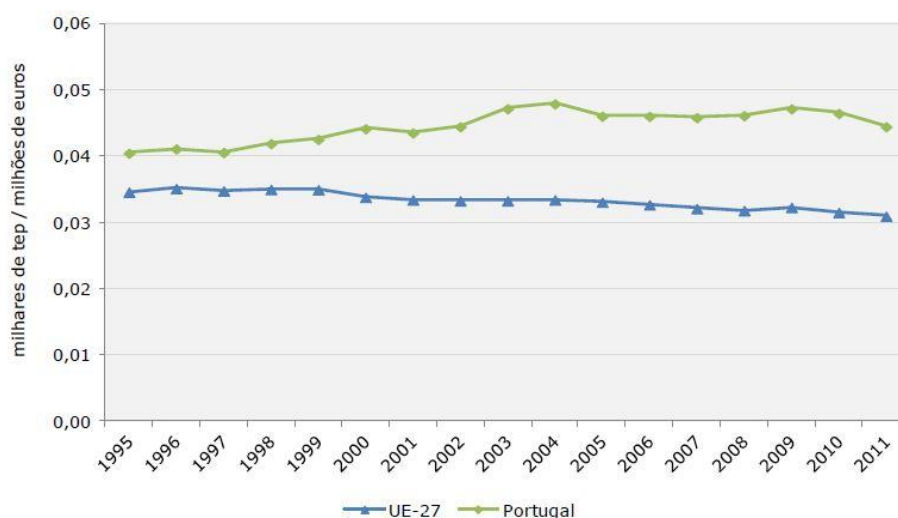


Figura 3.6 – Intensidade energética no setor dos transportes em Portugal e na EU-27 (Fonte: REA, 2013)

Observando a Figura 3.6 vemos que a intensidade energética no setor dos transportes em Portugal é aproximadamente 30% maior do que na EU-27. Isto é, consome-se 30% mais energia para transportar o mesmo número de pessoas durante a mesma distância. Além disso a distribuição modal em Portugal (e Europa) era em 2010: 85,0% (84,1%) transporte ligeiro, 10,9% (8,8%) transporte coletivo rodoviário e 4,1% (7,1%) transporte coletivo ferroviário. Os dados de 2013 refletem um ligeiro agravamento do padrão português em que o 89,1% da população se desloca em transporte individual (83,2% média europeia), 6,9% (9,2%) em transporte coletivo rodoviário e 4,0% (7,6%) em transporte coletivo ferroviário.

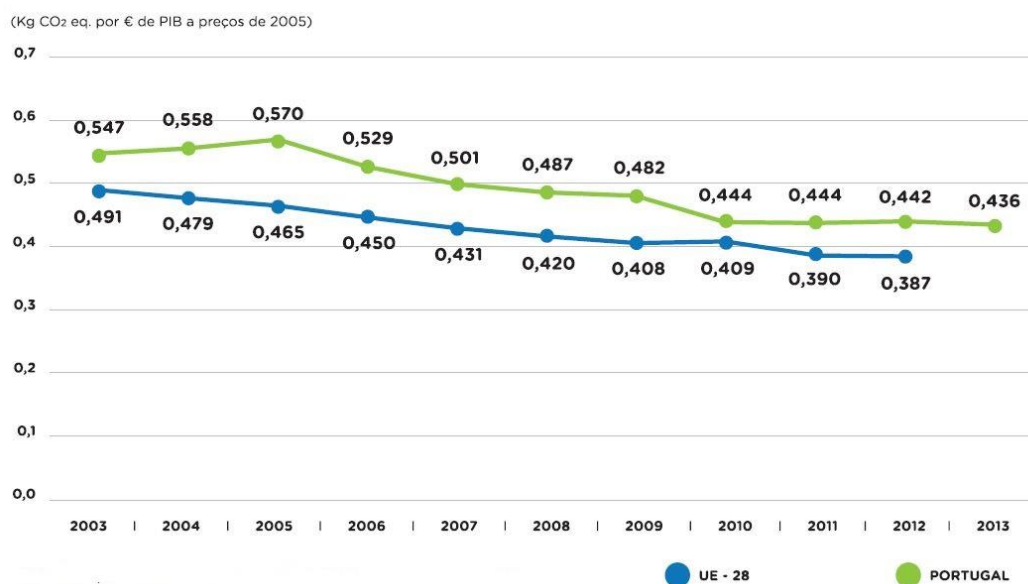


Figura 3.7 – Intensidade carbónica da economia em Portugal e na UE-27 (Fonte: REA, 2015).

A Figura 3.7 reflete a quantidade de GEE emitido por unidade de PIB. Podemos ver que Portugal e a EU-27 assumem uma tendência crescente de descarbonização da economia, com Portugal acima da média da EU-28. Em 2011 o setor energético foi responsável por 71,0% das emissões totais (68% em 2013) sendo a quota do setor do transporte a maior com 25,6% (24% em 2013), em segundo lugar a produção e transformação de energia com 24,1% (23% em 2013) e em terceiro a indústria com 12,6% (11% em 2013). Por outro lado, o contributo das FER no consumo de energia primária foi 21,9% (2011), ligeiramente inferior a 2010 (23,4%, maioritariamente por causa de perdas de produção hídrica) que em 2013 subiu para 25,7% (meta estabelecida pelo PNAER 2020 era de 23,7%).

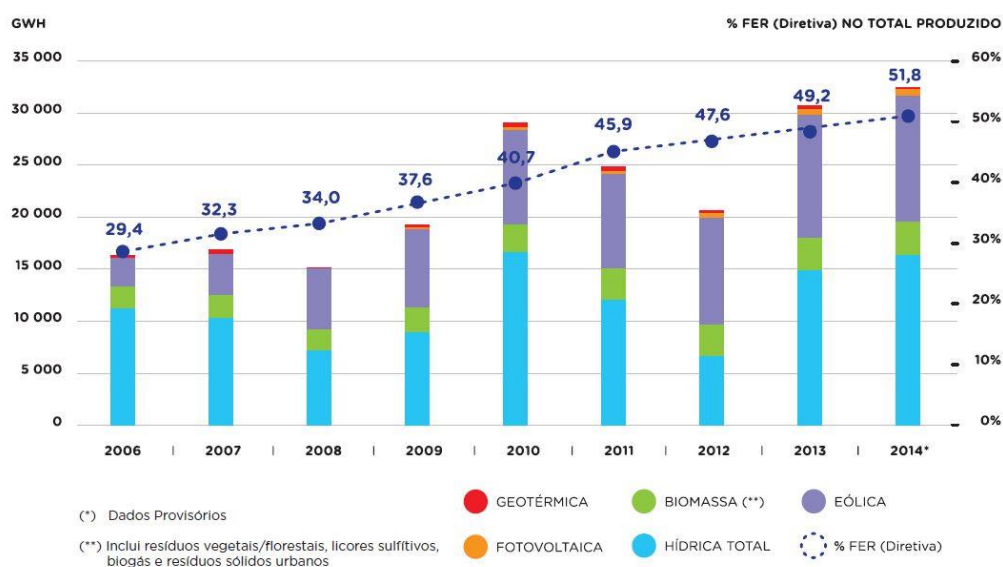


Figura 3.8 – Produção bruta de energia elétrica com base em fontes de energia renovável em Portugal (Fonte: REA, 2015)

A Figura 3.8 mostra que as fontes de energia renovável de maior peso (em 2013) no consumo de energia primária em Portugal são a híbrida (50%) e a eólica (37%), verificando-se uma grande variação da produção ao longo dos anos enquanto a eólica verificou um crescimento constante. Relativamente à produção doméstica de energia primária, 52% tiveram origem em biomassa e 42,8% em hidroeletricidade, eólica, fotovoltaica e geotérmica (os biocombustíveis contribuíram com 5%). A referida Figura mostra ainda o contributo das fontes de energia renovável no consumo bruto de energia elétrica cuja meta estabelecida pelo PNAER para 2020 (setor da eletricidade) é de 59,6%. Apesar de Portugal ter sido o Estado-Membro com a segunda maior subida de volume de emissões na EU-27 desde 1990, Portugal é o quarto país com menor volume de emissões por habitante com 6,6 tCO₂eq e o nono em termos de intensidade carbónica (337 tCO₂/milhões de € PIB), abaixo da média EU-27 (359 tCO₂/milhões de € PIB) [5].

3.2. Tecnologias de transporte atuais em prospectiva: barreiras e oportunidades

Neste capítulo dar-se-á destaque aos veículos de transporte urbano de passageiros e às respetivas formas de propulsão que poderão desempenhar um papel na descarbonização do setor do transporte de passageiros até 2050, tendo em conta a estratégia europeia refletida nos instrumentos de gestão territorial analisado no Capítulo 2 (redução do volume de GEE). A curto e médio prazo a descarbonização do setor do transporte de passageiros implica não só o desenvolvimento de novas formas propulsão e respetiva infraestrutura bem como o seu impacte social (aceitabilidade). No longo prazo a respetiva descarbonização deve centrar-se na alteração da repartição modal e intermodalidade dos sistemas de transporte coletivo, dadas as projeções de contínuo crescimento do setor.

Relativamente às tecnologias de transporte individual serão consideradas características que se aplicam a todos os veículos (independentemente da motorização), nomeadamente a redução de peso, a resistência ao rolamento, a aerodinâmica e a energia utilizada pelos seus acessórios. As formas de propulsão consideradas são os veículos de combustão interna (VCI) (gasolina, gasóleo, gás natural e biocombustíveis), os veículos híbridos (VH), os veículos *plug-in* híbridos (VPH) e *plug-in* 100% elétricos (VE) e os veículos de células de hidrogénio (VECH). Além disso iremos analisar também os veículo autónomos e, relativamente ao transporte coletivo de passageiros urbano, o sistema designado de *Bus Rapid Transit* (BRT).

O presente capítulo procura compreender a situação atual de desenvolvimento, possibilidades a longo prazo, barreiras e oportunidades das tecnologias consideradas.

3.2.1. Tecnologias de aumento da eficiência energética

Antes de uma análise detalhada sobre cada tecnologia de propulsão, é importante considerar um conjunto de atributos relativos à eficiência energética de um veículo, na medida em que, segundo *Transitions to Alternative Vehicles and Fuels* [41] um veículo mais eficiente consome menos combustível e consequentemente emite menor volume de GEE. Os atributos considerados que podem ser alvo de desenvolvimento tecnológico foram: o peso, a resistência ao rolamento, a aerodinâmica e os sistemas energéticos paralelos (acessórios: ar condicionado, direção assistida). Foram ainda

analisados os sistemas de otimização dos sistemas de transporte de passageiros a nível individual e coletivo.

Redução de peso

A redução de peso tem que ver com a utilização materiais mais leves (alumínio, magnésio e aço de alta resistência) na estrutura e chassi dos veículos (componentes principais), bem como na suspensão, transmissão e caixa de velocidades (componentes secundários). No caso dos veículos equipados com motores de combustão interna as reduções consideradas permitirem essencialmente a redução do consumo de combustível e, no caso dos veículos equipados com motores elétricos, gás natural ou hidrogénio, permitem reduzir o volume de combustível necessário transportar (cujo preço final do veículo varia de forma significativa consoante o volume combustível que armazena). Ainda assim, este subcapítulo dará maior ênfase aos motores de combustão interna e ao potencial para redução do seu consumo de combustível, cuja redução de 10% do peso poderá significar uma redução do consumo em 6% a 7% [42] (as reduções apresentadas implicam o redimensionamento do motor de forma a manter o mesmo desempenho).

Considerando a utilização do alumínio e aço de alta resistência, a bibliografia consultada (Norte Americana [42], Europeia [43] e [44]) conclui ser possível reduzir, entre 2017 e 2025, tanto o peso dos componentes principais dos veículos como o dos secundários, contribuindo com uma redução de 10% e 15%, respetivamente, sobre o peso total do veículo. A relação entre segurança e peso dos veículos ainda está em aberto e as instituições que se dedicam a esta matéria procura conhecer qual a diminuição de peso que é possível de forma a garantir o mesmo nível de segurança verificado antes da redução. Ainda assim, segundo [45], através da análise estatística sobre os acidentes rodoviários ocorridos entre 2000 e 2007, concluiu que existe menos vítimas mortais em caso de capotamento e colisão frontal com outros objetos quando os veículos em questão têm peso inferior.

A análise do custo relativo à utilização do alumínio estimam [43] e [44], que para se obter uma redução de peso de 19% o custo dos veículos equipados com motores de combustão interna vê o seu preço aumentar 485€, enquanto no caso dos veículos equipados com bateria o seu preço baixa entre 350€ e 750€ (considerando o preço do kWh de 290€). A análise feita por [43] vai ainda mais longe e conclui que a utilização de alumínio na estrutura e chassi dos veículos iguala ou melhora tanto a manobrabilidade como a capacidade de dispersar energia no caso de um acidente.

Resistência ao rolamento

Segundo [41] 1/3 da energia que é transmitida para as rodas dos veículos é gasta para vencer a resistência ao rolamento. Esta resistência é proporcional à massa do veículo e depende não só das características do pneu (rasto, forma e material utilizado) como também da pressão com que é utilizado, suspensão e sistema de travagem. O seu desenvolvimento é preponderante para obter ganhos a nível da eficiência energética, sem com isso prejudicar a durabilidade do pneu nem o comportamento do veículo em utilização [46]. Segundo *NRC2006 Tires and Passenger Fuel Economy*, reduzir a resistência ao rolamento em 10% poderá significar uma redução de 1% a 2% do consumo de combustível e em caso de redimensionamento do motor 2% a 3%. O referido estudo refere ainda que em 2030 a

resistência pode baixar até 28% e em 2050 41% (face a 2010). Segundo [41] nos últimos 30 anos a indústria automóvel tem conseguido reduzir a resistência ao rolamento dos veículos em 2% ao ano.

Aerodinâmica

Ao contrário da resistência ao rolamento, a aerodinâmica depende essencialmente da área frontal do veículo (forma, altura em relação ao pavimento e cobertura das rodas) e não da sua massa. Além disso, a energia gasta para superar a resistência ao ar varia com a velocidade em que a baixa velocidade 25% da energia que chega às rodas do veículo é gasta para superar a resistência do ar e a alta velocidade 50%. A melhoria da aerodinâmica pode também passar pelo redimensionamento dos espelhos retrovisores, guarda-lamas frontal, coberturas das rodas e cobertura de toda a parte inferior do veículo. Segundo [41] uma redução de resistência ao ar em 10% poderá significar uma redução do consumo de combustível na ordem dos 2% que caso se redimensione o motor poderá chegar aos 3%. O referido estudo projeta que em 2030 a redução da resistência ao ar pode chegar aos 25% (4% de redução de consumo de combustível) e 38% em 2050 (9% de redução de consumo de combustível).

Acessórios

Os acessórios de um veículo, nomeadamente faróis, direção assistida, alternador e ar condicionado são uma componente importante para o conforto e aceitabilidade do veículo pelo consumidor ao mesmo tempo que são uma fonte de consumo da energia produzida pelo motor. Relativamente ao ar condicionado, atualmente a certificação de um veículo é feita com este sistema desligado, de maneira que a indústria automóvel pouca preocupação tenha dado ao seu consumo durante de uma viagem. Segundo a Agência de Proteção Ambiental [42] o consumo de combustível estimado dos sistemas de ar condicionado é de 4% do total de combustível e prevê-se que esse consumo reduza para 2% até 2030. Relativamente ao sistema de iluminação, o sistema diódo (*LED*) permite reduzir em 2,6% o consumo de combustível (Osram Sylvania, 2001 citado em [41]). A direção assistida pode, uma vez eletrificada, reduzir o consumo em 2% a 3% uma vez que passa a ser possível ligar e desligar consoante é solicitada ao contrário dos motores atuais [41]. No caso dos veículos que estão equipados com uma bateria, existe a possibilidade de equipar o sistema com um painel solar cuja produção de energia pode reduzir o consumo do veículo entre 0,5% e 2,5% [41]. No seu conjunto, o consumo de energia destes acessórios pode baixar até 25% em 2030 e 36% em 2050.

Tecnologias de apoio à gestão e otimização dos sistemas de transportes de passageiros

As tecnologias de gestão e otimização dos sistemas de transportes pretendem promover a segurança rodoviária, aumentar a eficiência dos percursos (transporte individual) e otimizar a qualidade da oferta do transporte (transporte coletivo).

Relativamente ao transporte individual, as tecnologias de transporte aplicadas à rodovia que foram tidas em conta dizem respeito a painéis de mensagens variáveis inseridas no ambiente rodoviário, podendo ter um carácter informativo ativo (sobre condições de utilização ou acidentes) ou pró-ativo (lembrando-o de regras de segurança elementares). Outra tecnologia importante do ponto de

vista da redução de consumo e congestionamento diz respeito ao pagamento automático e à semaforização cooperativa (comunicação veículo e infraestrutura), ambas tecnologias pretende gerir a procura da via em que estão inseridos. Por outro lado, considerando a tecnologia inserida no habitáculo do veículo, é importante ter em conta os sistemas de navegação que, devidamente programados, poderão facultar o condutor com informação sobre qual o caminho mais económico ou menos congestionado contribuindo de uma forma objetiva para a economia do percurso [47].

No caso do transporte coletivo importa considerar os painéis de informação dinâmica que, ao estarem inseridos num ciclo fechado de informação entre a infraestrutura e os veículos, podem proporcionar ao utilizar informação sobre o tempo de em função da localização do veículo em causa, preço e outras soluções de trajeto. Outra tecnologia preponderante a aplicar aos sistemas de transporte público é a bilhética sem contacto, cuja tecnologia consiste na cobrança eletrónica do título de transporte (exemplo: cartão lisboa viva, sete colinas). Este bilhete tem um custo reduzido para o operador e utilizador, podendo ainda ser utilizado para outros serviços, dependendo dos acordos do operador [47].

3.2.2. Tecnologias de transmissão em veículos de combustão interna para a redução do consumo de combustível

De acordo com o *Automated Driving Roadmap* [48], espera-se que em 2025 a frota dos veículos individuais de passageiros de combustão interna corresponda a 98% do total de veículos, justificando que se considerem novas tecnologias que propiciem a eficiência dos seus motores.

Sendo a combustão um processo exotérmico, é intrínseco que parte da capacidade energética do material comburido se perca sob a forma de calor. Um motor de combustão interna a gasolina tem uma eficiência energética de 20% [41]. A restante parte de energia gerada por estes combustíveis é transformada em calor por fricção das peças internas tanto no motor e transmissão como nos travões, perdida pelo tudo de escape, e pelo sistema hidráulico. Existem ainda perdas de energia não utilizada para movimentar o veículo devido ao motor não se desligar quando parado ou em desaceleração.

É esperado que estes motores melhorem a sua eficiência a partir de um conjunto de tecnologias, nomeadamente redução da fricção interna (que nos últimos 15 anos tem reduziu 1% ao ano, sistemas de recolha de calor do tubo de escape (3% a 5% até 2030), injeção direta, turbo compressores, dupla embraiagem e caixa de 9 velocidades. A injeção direta permite uma vaporização do combustível mais estável e os turbo compressores enriquecem a mistura ar-combustível na câmara de explosão gerando mais potência e mais aceleração. Estas duas tecnologias permitem um aumento da eficiência energética dos motores de combustão de 20% a 22% até 2025. Uma vez que o motor passa a ter mais potência e mais capacidade de resposta a baixas rotações, torna-se viável diminuir o motor de forma a manter o desempenho anterior, conseguindo-se reduzir o seu consumo.

Relativamente à caixa de 9 velocidades, é uma tecnologia que trará maior eficiência em percursos de autoestrada por reduzir substancialmente as rotações do motor em alta velocidade, conseguindo aumentar a eficiência entre 20% a 33% até 2025. A dupla embraiagem é potencialmente uma outra forma de reduzir as perdas internas por calor em 20%, enquanto novos lubrificantes, melhor

selagem interna e novos materiais poderão por si só baixar as perdas por calor em mais 20% a 33% até 2025 [41].

Ainda que este tipo de motorização tenha uma larga margem para redução dos seus consumos e respetivas emissões, a forma como são utilizados interfere com os resultados finais. Segundo [49] os testes sobre o consumo destes veículos em circulação real, é em média 30% superior àquele valor verificado em laboratório ou em circuito fechado. Esta é uma barreira para o futuro de esses veículos dado que a forma como são utilizados influencia o consumo. Neste sentido, podem existir vantagens em instruir o condutor a utilizar melhor o seu veículo ou proporcionar ao mesmo, informação sobre rotas sem congestionamento ou opções que propiciem a eficiência energética e ambiental do veículo.

No que toca ao aumento da eficiência energética através de combustíveis alternativos, existe também a possibilidade de dar aos motores de combustão interna a capacidade de funcionarem a partir de uma mistura entre biocombustíveis e gasolina ou sistema duplo entre gás natural e gasolina, que têm impacto direto na intensidade carbónica dos veículos. Estes combustíveis serão posteriormente analisados no subcapítulo 3.3.

O caso dos motores a gasóleo é em parte idêntico ao dos motores a gasolina, sendo que neste caso a eficiência do motor é 30% [41], a mais alta dos motores de combustão. Em alguns países da OCDE (por exemplo nos Estados Unidos) o mercado de automóveis ligeiros de passageiros é dominado pelos veículos de gasolina, enquanto na Europa os veículos de gasóleo representam, desde 2001, entre 40% a 55% do total de veículos vendidos [50] pelo que justifica a sua abordagem na presente dissertação. Por um lado motores a gasóleo são motores com grande binário e baixa velocidade de ponta e por outro libertam um cheiro mais intenso resultado combustão do gasóleo, facto que levou a indústria automóvel a desenvolver turbocompressores específicos e filtros de partículas mais capazes (justificando o preço mais elevado comparativamente aos veículos a gasolina). Apesar do gasóleo ser um combustível que emite mais CO₂ do que a gasolina (g/litro), o fato de o veículo a gasóleo consumir menos combustível, permite que as emissões finais sejam inferiores aos veículos a gasolina. No entanto a combustão do gasóleo liberta um outro conjunto de GEE, chamados de óxido de azoto (NOx) [41], particularmente nocivos para os ecossistemas. O setor dos transportes Europeu foi responsável por 40% do total de óxido de azoto emitido em 2009, sendo que 11 dos 27 Estados-Membros não respeitou os limites impostos pelas União Europeia [51] (mais nenhum GEE verificou tão elevado número de Estados-Membros em incumprimento). Segundo [41] a tendência a médio prazo é que a vantagem dos veículos a gasóleo sobre os de gasolina relativamente eficiência energética se dilua, não só pelas altas emissões de óxido de azoto, mas também porque parte da tecnologia que potencia a eficiência dos veículos a gasolina já é amplamente utilizada nos veículos a gasóleo.

3.2.3. Veículos com motores elétricos

Existem atualmente um conjunto de veículos elétricos (VE) disponíveis no mercado que, apesar de utilizarem combustíveis diferentes, as unidades que compõem o sistema são iguais: uma unidade de armazenamento, uma unidade de conversão e uma unidade de propulsão. Os VE considerados neste subcapítulo são os veículos híbridos (VEH), os veículos elétricos com bateria (VEB) e o veículo de células de hidrogénio (VECH). A eletrificação pode ainda assumir forma simples, como por exemplo,

o sistema *star-stop* (ou *Start and Go*) associado a um motor de combustão interna. A análise deste tipo de veículo é importante para a presente dissertação pois têm potencialmente para reduzir o consumo de derivados fósseis e consequentemente as emissões de GEE das viagens em transporte rodoviário.

Veículos híbridos

O sistema híbrido combina o motor de combustão interna com o motor elétrico e bateria. A energia que um sistema de motorização convencional transforma em calor sem que a consiga reaproveitar é parte da razão pela qual a eficiência dos veículos de combustão interna ser aproximadamente 20% e é neste sentido que surgem as vantagens do sistema híbrido. Por um lado este sistema ao permitir que os dois motores funcionem em conjunto (consoante o tipo de solicitação em causa), conseguindo assim obter maior rendimento a partir do combustível que utiliza (maior eficiência energética). Por outro lado, ao acoplar sistemas de recuperação de calor (nomeadamente no tubo de escape e travões), permite-se que esse calor volte a ser transformado em energia elétrica pronta a ser utilizada pelo motor elétrico.

A bateria equipada nos VEH tem um tamanho reduzido comparativamente aos restantes VE (que permite percorrer 6 a 9 quilómetros), mesmo assim suficiente para se incorporar um sistema *Start-Stop* (desliga o motor de combustão interna em quando o veículo está parado), especialmente importante em circuitos de cidade.

Quadro 3.1 – Projeções médio prazo razoáveis sobre o consumo médio VCI e VEH (L/Km)
(adaptado de: The National Research Council of the National Academies, 2013)

VCI		VEH	
Ano	Consumo	Ano	Consumo
2010	7,6	2010	5,5
2030	3,7	2030	3,0
2050	2,7	2050	2,1

O Quadro 3.1 mostra projeções para os anos de 2010, 2030 e 2050 (realizadas para os Estados Unidos), onde se verifica uma diferença entre o consumo médio dos dois tipos de veículos considerados (VCI e VEH). O referido Quadro mostra ainda que o diferencial de consumo de combustível é maior entre 2010 e 2030 do que entre 2030 e 2050. Estes dados sugerem que as duas tecnologias têm tendência para tirarem partido do mesmo tipo de desenvolvimentos e, uma vez que o potencial dos VEH está relacionado com as perdas de energia (sob a forma de calor) dos VCI, conforme a indústria automóvel progride no sentido de corrigir estas perdas energéticas, os benefícios a nível do consumo de combustível dos VEH face aos VCI seja cada vez menor [41].

Quadro 3.2 – Projeções médio prazo do aumento do custo de VCI e VEH (€) (adaptado de: The National Research Council of the National Academies, 2013) (taxa de conversão: 1,33)⁵

VCI		VEH	
Ano	Incremento	Ano	Incremento
2010	0	2010	5347
2015	579	2015	4668
2020	1311	2020	3975
2025	2197	2025	4013
2030	3236	2030	4362
2035	3558	2035	4465
2040	3937	2040	4839
2045	4373	2045	5252
2050	4866	2050	5782

Claro que todo e qualquer investimento implica custos para o fabricante e é isso que podemos ver no Quadro 3.2. De notar que no caso dos VCI, o custo é esperado aumentar gradualmente (dado ser necessário continuar o desenvolvimento tecnológicos para a aumentar da sua eficiência energética, conforme referido no sub-capítulo 3.2.1). No caso do sistema híbrido, os custos não aumentam necessariamente ao longo do tempo, mas são mais elevados logo a partir do primeiro dia de fabrico que, como refere [52], está essencialmente relacionado com o preço da bateria, motor elétrico e sistemas de recuperação de calor

Veículos *plug-in* elétrico e *plug-in* híbrido

Um veículo elétrico *Plug-In* é um veículo de propulsão elétrica cuja bateria pode ser carregada de forma externa. Atualmente existem em produção dois tipos diferentes de veículos elétricos *Plug-In*, o veículo Híbrido *Plug-In* (VEHP) e o veículo Elétrico Bateria (VEB). A principal diferença entre estes dois tipos de veículos é que os VEHP percorre entre 20 a 60 quilómetros sem utilizarem uma segunda fonte de energia, enquanto os VEB percorrem entre 150 a 200 quilómetros até precisarem de ser recarregados. Ao continuar a circular utilizando outra fonte de energia, os VEHP, eliminam a ansiedade que um utilizador de VEB experimenta relativamente à distância possível de percorrer em determinado momento (a energia tipicamente disponível em uma bateria depende de características como o peso ou condições de circulação que podem ser diferentes de utilização para utilização [41]).

Estas são tecnologias que dependem do desenvolvimento e preço das baterias, cujo próximo exemplo pretende ilustrar. Utilizando o caso do Nissan Leaf, um VEB comercializado com uma bateria de 24 kWh (pesa 270 quilogramas) com autonomia para percorrer aproximadamente 200 quilómetros. Caso se pretenda aumentar a sua autonomia para 500 quilómetros (em circuito inter-urbano), a capacidade da sua bateria teria que ser cerca de 70 kWh que tendo em conta o preço do kWh em 2012 (340 € [41]), assim só o preço de esta bateria seria 23.800 €, para além do tamanho que teria que ter, retirando espaço útil do veículo e aumentando o seu peso. Conforme se fazem avanços a nível do peso e da aerodinâmica dos veículos, a autonomia das baterias tem tendência a melhorar (exemplos de veículos elétricos portugueses [53], [54], [55], [56] e [57]).

Atualmente podemos dizer que as infraestruturas de recarregamento para os referidos veículos existe parcialmente, uma vez que utilizam as mesmas linhas elétricas que qualquer edifício e podem

⁵ Valor médio entre o mínimo de 1,28 e máximo de 1,38 medido entre 1-01-2013 e 31-12-2013 [96], ano de publicação do estudo *Transitions to Alternative Vehicles and Fuels* de 2013.

ser carregados com 120 volts ou 240 volts. Por outro lado a tecnologia *Plug-In* permitirá também que os veículos sejam recarregados no ambiente doméstico situação que vai implicar carregar os veículos em intervalos de tempo maiores, potencialmente em alturas de menos procura energética. De qualquer das formas, será sempre necessário implementar postos de carregamento nos meios urbanos em número suficiente para que se consiga explorar totalmente a tecnologia *Plug-in* (atualmente existem 1300 pontos de carregamento lento e 50 de carregamento rápido instalados em 25 diferentes cidades portuguesas, programa Mobi.E [58]. Exemplo de uma aplicação portuguesa que otimiza os trajetos consoante a existência de pontos de carregamento [59]). Do ponto de vista do utilizador e ao nível doméstico, o carregamento lento e demorado poderá ser uma desvantagem ainda que assim se potencia a durabilidade da bateria [41]. Por outro lado, o carregamento em períodos de menos procura energética poderá significar também energia mais barata para o utilizador, sempre dependente da política de preços no setor energético. Para compreender as implicações associadas ao carregamento dos veículos elétricos, o estudo [60] modela o setor elétrico alemão em 2030, assumindo que a geração de energia será 25% não renovável (60 GWh) e 75% renovável (180 GWh) e que existirão 3,7 milhões de veículos no país (cenário *business-as-usual*). A partir daqui, o estudo considera dois modelos de carregamento, um primeiro em que os veículos são carregados o mais rápido possível assim que são ligados à rede (*user-driven*) e um segundo em que os veículos são carregados procurando utilizar energia quando ela é mais barata (*cost-driven*). Os resultados mostram que no ano considerado (2030), a procura energética dos 3,7 milhões de veículos corresponderá apenas a 1,3% da procura total de energia alemã.

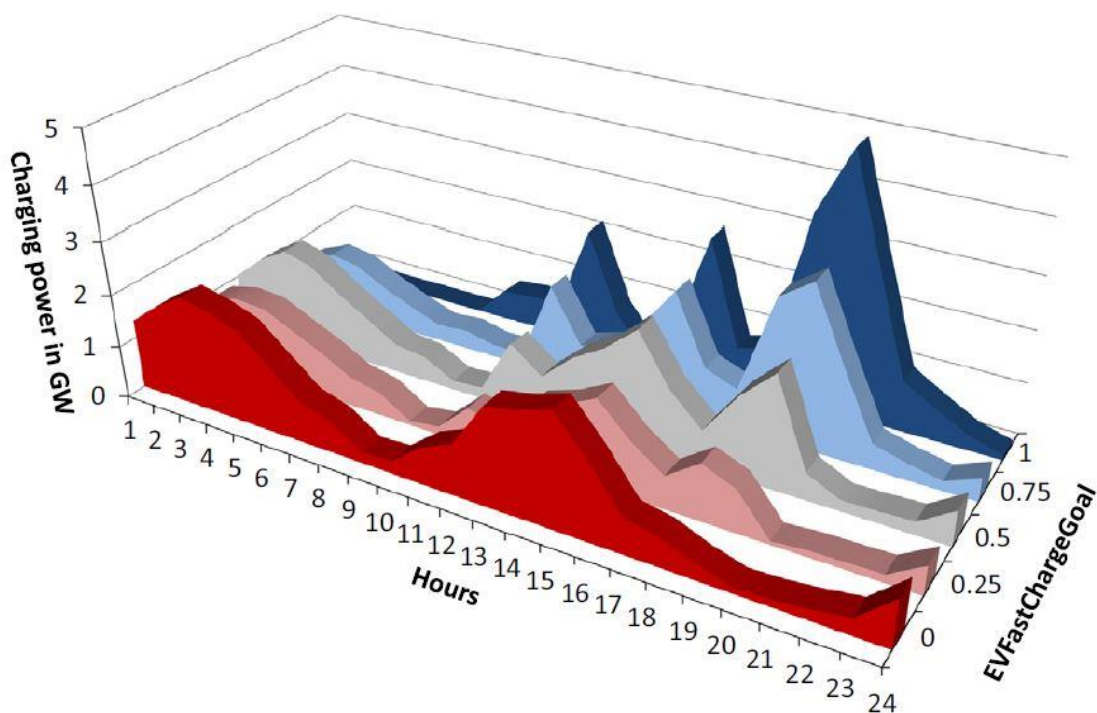


Figura 3.9 – Picos de procura de energia dos veículos elétricos consoante o modo de carregamento (GWh) (retirado de: Power system impacts of eletric vehicles in Germany, 2015)

Como mostra a Figura 3.9, o modo de carregamento “cost-driven” (procura representada a vermelho) procura carregar os veículos nos períodos de baixa procura de energia sendo que os mínimos se registam entre as 8 horas e as 11 horas e, entre 19 horas e 23 horas. Por outro, observando o modo de carregamento “user-driven” (procura representada a azul), verifica-se que este modo cria vários picos de procura no sistema elétrico, longe de uma procura a um ritmo constante, o mais vantajoso para o sistema energético do ponto de vista da redução da emissão de GEE. Apesar de se estar a considerar procuras de energia relativamente baixas, a longo prazo e conforme os EV captam maior quota de mercado, esta questão pode tornar-se problemática se não se conseguir coordenar o carregamento dos EV, a procura de energia por parte dos outros setores e a produção de energia renovável. É neste sentido que surge o conceito de *Smart Grid* (rede elétrica inteligente), tema central de [61], cujo seu objetivo foi investigar a problemática do carregamento dos EV quando associado a uma *Smart Grid*. O estudo referido dividiu a sua investigação em três aspetos distintos: reduzir o custo de carregar o veículo, melhorar a eficiência do carregamento ou reduzir as emissões do carregamento. As conclusões revelam que a energia eólica é aquela que maximiza a utilização de energia renovável pelos veículos elétricos, enquanto a coordenação entre produção renovável e procura dos veículos elétricos tem a capacidade para maximizar a redução das emissões de GEE.

No que diz respeito propriamente à bateria, a tecnologia que mais potencial apresenta é o lítio. Segundo [41] é esperado que estas células aumentem a sua densidade energética entre 30% a 50% até 2025. Existem outras hipóteses que não serão consideradas nesta dissertação, uma vez que apenas o lítio é a mais promissora e porque outras tecnologias ou só são esperadas para depois de 2030 ou estão em uma fase de desenvolvimento especulativo (*Lithium sulfur chemistry*; *li-air chemistry*; magnésio). A tendência de desenvolvimento da bateria será aumentar a capacidade de armazenamento por peso e volume, durabilidade, segurança, redução da temperatura de operação e redução do custo. Desde o aparecimento do lítio em 1990 que o preço das células de lítio desceu 85% e segundo [62] 99,9% das reservas de lítio mundiais estão concentradas e são exploradas em quatro países (Chile, China, Austrália e Argentina). De acordo com [63] a quantidade de lítio das baterias atuais representa apenas 1% do custo por kWh e dadas as reservas até agora conhecidas, considera-se que as alterações do preço do lítio provocadas pelo aumento da procura pouco ou nada farão aumentar o preço das baterias. O mesmo não se passa no caso dos minerais raros (componente principal dos ímanes permanentes, utilizados pelos motores elétricos), que apesar de existirem reservas em vários países do mundo [64], 95% da produção atual está concentrada na China que já afirmou precisar da quantidade que explora para utilizar na sua própria produção de veículos elétricos.

Relativamente ao seu custo, as baterias variam consoante o tipo de veículo para o qual são projetadas. Consoante o tipo de veículo, o custo das células das baterias representa 50% a 60% nos veículos VEH, 60% a 70% nos VEHP e 70% a 80% nos VEB. Isto acontece porque as baterias nos VEH são desenvolvidas para armazenarem muita energia num volume pequeno (alta densidade), enquanto as baterias dos VEHP e VEB são projetadas para maximizar a sua capacidade energética e reduzir o seu custo. A evolução do preço das baterias, em qualquer um dos casos, terá sempre que ver com a quantidade de produção e evolução da procura.

Quadro 3.3 – Custo da bateria consoante o ano e tipo de veículo €/kWh (adaptado de: The National Research Council of the National Academies, 2013) (taxa de conversão: 1,33)

Ano	VEH	VEHP	VEB	VECH
2010	1995	732	599	1330
2030	998	532	466	732
2050	798	266	200	599

O Quadro 3.3 sugere que as baterias dos VEHP e VEB seguem uma evolução similar, sendo as mais baratas (por kWh) em qualquer dos anos em análise. Além disso o referido Quadro projeta que estas baterias só verão o seu preço baixar consideravelmente a partir de 2030. Um vez que o preço desta tecnologia está relacionada com a evolução da procura, os resultados indicam que será entre 2030 e 2050 que estes veículos verão a sua quota de mercado aumentar para valores significativos. Relativamente às baterias dos VEH e VECH vemos que a curto prazo terão o maior custo, verificando-se a maior redução de preço entre 2010 e 2030.

As condicionantes atuais das baterias centram-se na sua autonomia, tempo de recarga, longevidade da bateria, durabilidade e segurança. Por um lado já vimos que ao aumentar a capacidade energética de uma bateria, também o preço e tamanho aumentam. Por outro lado, depois de um BEV realizar 200 a 250 quilómetros, precisará de 30 minutos (para a recarga rápida, apenas existem 50 postes de carregamento deste tipo em Portugal) ou de 6 a 8 horas (para a recarga lenta, existem 1300 postes em Portugal), limitando a utilização destes veículos no meio urbano e suburbano. É neste sentido que surge o conceito de substituição da bateria que solucionaria o problema da autonomia e recarga, mas implicando desde logo um outro conjunto de questões. Por um lado teriam que se normalizar todas as baterias de todos os veículos elétricos enquanto o utilizador, sabendo que as baterias se deterioram ao longo do tempo, teria que se aceitar a incerteza associada ao estado e condição da nova bateria que esta a substituir. Por outro lado, estas estações, ou recarregam as baterias imediatamente e rapidamente ou têm que ter um *stock* enorme e recarrega-las ao final do dia, situação que poderá ser prejudicial do ponto de vista das emissões de gases com efeito de estufa. A questão da durabilidade tem que ver com a degradação que as células da bateria experienciam quando carregadas e descarregadas rapidamente. Enquanto a indústria automóvel oferece um produto capaz de durar 10 a 15 anos, nenhuma bateria atualmente produzida é expectável durar metade desse tempo (isto é, que ao final de 5 anos a bateria esteja em condições idênticas aquando foi comprada), daí que também a longevidade da bateria condicione em grande medida o veículo elétrico. A última condicionante acima referida diz respeito à segurança; existem três situações de risco que põe em causa o funcionamento da bateria dado que uma célula tem capacidade para aquecer até aos 500°C: estas temperaturas podem incapacitar a célula e propagar a avaria para as restantes colocando em risco a estrutura interna da bateria e do sistema ao qual ela fornece energia. A questão da temperatura das células é particularmente difícil de resolver pois a capacidade energética e a temperatura de funcionamento de uma célula são proporcionais. Atualmente uma em cada dez mil células avaria, bastante abaixo do valor que, segundo [41], seria aceitável: uma em cada um milhão. De qualquer das formas, numa fase inicial do desenvolvimento das baterias considera-se que apenas incêndios e explosões são totalmente inaceitáveis, particularmente importante no caso de um acidente, exigindo-se que a bateria não se deforme no caso de um impacto.

Veículos elétricos movidos a hidrogénio

O veículo de células de hidrogénio (VECH) é um veículo elétrico que utiliza o hidrogénio molecular como fonte primária de energia. Este tipo de veículos também são equipados com baterias convencionais (permitem percorrer até 10 quilómetros), isto porque a célula de hidrogénio precisa de tempo para aquecer até ficar operacional. As vantagens dos FCEV têm que ver com a não emissão de GEE a nível local com autonomia e tempo de recarga idênticos aos veículos de combustão (considerando um depósito de hidrogénio e gasolina de capacidade energética equivalente). Além disso o hidrogénio pode ser obtido de várias formas, tanto a partir de combustíveis fósseis como de fontes renováveis. No entanto a tecnologia enfrenta alguns desafios no futuro: ainda não foi demonstrado que podem durar até 15 anos; não é uma tecnologia madura refletindo-se no preço por unidade; a capacidade para transportar grandes cargas em ambientes com temperatura elevada ainda não foi demonstrada; infraestrutura de reabastecimento tem que ser desenvolvida para que o veículo se possa disseminar pelo território. A questão do reabastecimento é uma barreira para estes veículos porque (ao contrário dos veículos que usam energia elétrica), a rede de infraestruturas não existe, implicando um investimento significativo.

Atualmente os materiais utilizados nas células de hidrogénio (polímeros eletrólitos) dão ao sistema de hidrogénio um tempo de vida útil de 2500 horas (aproximadamente 120000 quilómetros) enquanto outras células, ainda em fase de laboratório, aumentam a durabilidade da célula até 7000 horas [41]. As células de hidrogénio representam 50% a 60% do preço do sistema de hidrogénio e desde o seu aparecimento em 2001, que o preço respetivas células (por kW) desceu de 240 € para 68 € em 2010. Esta descida acontece porque estas células são muito sensíveis à produção em massa, o preço da unidade número 100001 é três vezes inferior à primeira unidade. Além disso é esperado que o preço em 2020 seja 53 € por kW, 2030 seja 44 € por kW e em 2050 36 € por kW resultados da produção em massa [41]. Por outro lado os sistemas de hidrogénio precisam de platina (15 gramas por 100 kW, a primeira geração de VECH utilizava 80 gramas de platina por 100 kW) e a análise das reservas de platina mundiais sugerem ser possível responder até uma quota de 50% do mercado ser VECH em 2050 [65].

Do ponto de vista da segurança (excecтуando em condições de temperatura e carga elevada) estes veículos mostram ser tão fiáveis quanto os VCI, pois o hidrogénio tem mais capacidade de se dispersar no ar do que o vapor da gasolina e pode ser armazenado entre os 35 MPa e 70 MPa cuja segurança dos depósitos já foi comprovada pelos depósitos atuais de gás natural.

3.2.4. Veículos a gás natural⁶

Os veículos de gás natural (GN; ou veículos a gás natural veicular) são em muito idênticos aos veículos de combustão interna. De facto, tanto os veículos de combustão como os veículos híbridos podem ser convertidos de forma a utilizarem o gás natural como fonte principal de propulsão (custos

⁶ A composição química do gás natural (metano) é CH_4 enquanto o GPL AUTO é constituído por butano e propano (C_4H_{10} e C_3H_8 respetivamente). Uma vez que têm diferente quantidade de carbono na sua composição as emissões de CO_2 são igualmente diferentes [66].

para o utilizar ou encarecimento do preço base dos veículos), no entanto é necessário ter em conta que para armazenar a mesma capacidade energética (gasolina e gás natural a 25 MPa e 20°C) significa que o tanque de gás tem que ser 3,8 vezes maior que o tanque de gasolina [41] (pode ser armazenado até 75 MPa mas quanto mais se comprime, mais energia se gasta), trazendo complicações para o espaço útil dos veículos já altamente otimizado.

A utilização do gás natural como combustível permite tanto a redução do volume de gasolina e do gasóleo consumido, como também a redução de emissão de GEE no curto prazo. Considerando o gás natural com maior relação entre hidrogénio e carbono (metano), ele permite reduzir até 23% as emissões de dióxido de carbono e 40% as emissões de óxido de azoto quanto comparados com a gasolina e gasóleo [66]. Por outro lado, as reservas naturais de gás natural conhecidas ascendem ao dobro da quantidade de petróleo conhecida permitindo durar entre 30 a 40 anos após o petróleo acabar [67]. Este combustível pode ainda ter origem não fóssil (biometano), produzido a partir de resíduos sem competir com a produção de géneros alimentícios (como é o caso dos biocombustíveis líquidos). Segundo [68], o preço do kWh de energia elétrica produzida através do gás natural é bastante competitivo (o preço mais baixo, comparativamente com os restantes combustíveis fósseis). A nível da segurança o gás natural tem melhores resultados que a gasolina uma vez que, por um lado se dispersa mais facilmente e por outro a sua fonte de ignição teria que estar a pelo menos 350°C enquanto a gasolina precisaria de apenas 230°C para explodir [66].

Dadas as vantagens do gás natural, considera-se este combustível que poderá ter um papel fundamental de transição (até 2035) na descarbonização do setor dos transportes e da energia, podendo neste último caso, prolongar-se a sua utilização caso a captura e armazenamento do carbono (capítulo 3.9) se revele rentável e eficaz [69].

3.3. Análise da eficiência e custo final dos veículos em 2030 e 2050

Neste capítulo fazemos a comparação entre diferentes tipos de veículos enunciados anteriormente segundo o seu consumo de combustível e o aumento do custo esperado até 2050, para o mercado dos Estados Unidos. Antes de procedermos devemos ter em conta um conjunto de circunstâncias (Quadro 3.4), determinados pelas projeções a médio prazo razoáveis elaborados por [41], anteriormente referidos em 3.2.1.

Quadro 3.4 – Redução de peso, resistência ao rolamento e aerodinâmica comparativamente a 2010 (adaptado de: The National Research Council of the National Academies, 2013)

Ano	Peso	Resistência ao rolamento	Aerodinâmica
2030	20%	26%	18%
2050	25%	33%	26%

O Quadro 3.4 mostra as reduções do peso dos veículos, melhoramentos a nível da resistência ao rolamento e aerodinâmica, esperado para os anos de 2030 e 2050. Estes valores, apresentados em percentagem, aplicam-se a todos os tipos de veículos considerados no quadro seguinte.

Quadro 3.5 – Estimativa do consumo médio VCI, VEH, VEB e VECH (L/Km) (adaptado de: The National Research Council of the National Academies, 2013)

Ano	VCI	VEH	VEB	VECH
2010	7,6	5,5	1,6	2,6
2030	3,7	3,0	1,2	1,9
2050	2,7	2,1	1,0	1,4

O Quadro 3.5 considera todas as reduções referidas no Quadro 3.4 e a sua contribuição para a redução do consumo de combustível dos veículos considerados. Os valores de consumo de combustível foram gerados a partir do teste EPA⁷ sem o ajustamento para a situação real.

Quadro 3.6 – Estimativa do incremento do custo de VCI, VGN, VEHP, VEH, VEB e VECH (€) (adaptado de: Transitions to alternative vehicles and fue The National Research Council of the National Academies Is, 2013) (taxa de conversão: 1,33)

Ano	VCI	VGN (GPL)	VEHP	VEH	VEB	VECH
2010	0	2394	10507	5054	18620	10374
2030	2926	4655	7315	4921	7315	5054
2050	4655	5453	7315	5453	4655	4655

O Quadro 3.6 mostra a estimativa dos incrementos do custo de cada solução tecnológica, tendo como base um veículo comercializado em 2010 com o preço inicial de 35033 €, assumindo ainda que qualquer veículo está em situação de produção em massa em qualquer dos anos considerados.

O Quadro 3.5 mostra que são os veículos VEB e VECH com mais potencial para a redução das emissões de GEE a nível local (dado o seu grau de eficiência), ao mesmo tempo que são também estes dois tipos de veículos cujo total final de emissões mais depende da fonte a partir da qual a sua energia foi produzida e consecutivamente das emissões que essa fonte gerou. Relativamente aos custos dos veículos, observa-se no Quadro 3.6, que os veículos mais caros a curto prazo são os VEB, seguidos do VEHP e VECH. No ano de 2030, observa-se que os VEB verificam a maior descida do seu custo, seguidos dos VEH. Além disso os VCI e VGN (GPL) são os únicos que apresentam uma subida de preço. A longo prazo (2050) verificamos que o preço de todos os veículos é muito mais uniforme comparativamente ao seu preço em 2010.

Ainda que os veículos VEB e VECH experienciem incrementos de custo e de eficiência idênticos, os seus desafios futuros são bastante diferentes. Enquanto os VEB estão dependentes de avanços ao nível do desenvolvimento das baterias e da aceitabilidade do consumidor, o sucesso dos VECH depende da legislação e investimento relativo à infraestrutura de distribuição do combustível e abastecimento destes veículos. Por outro lado, os VEB têm tendência a oferecer uma menor distância máxima possível de percorrer com uma única carga e tempos de recarga altos, contrariamente aos VECH que permitem distâncias máximas maiores e tempos de abastecimento idênticos aos VCI [41]. Os VEHP reduzem os problemas de distância máxima possível de percorrer e tempo de recarga dos VEB mas a um custo maior a partir de 2030. Relativamente aos veículos VGN, uma vez os seus aumentos de eficiência energética estão relacionados com a redução de peso e melhorias a nível mecânico e tecnológicos, o seu preço é esperado aumentar de forma contínua.

⁷ Environmental Protection Agency, www3.epa.gov

3.4. Veículos autónomos

Os veículos autónomos (VA) são vistos como uma tecnologia chave para a transformação da mobilidade futura, apresentando vantagens e desvantagens em cada contexto. Os benefícios que são apontados a esta tecnologia vão além da questão das emissões de GEE e segurança energética [70]:

- Redução da sinistralidade rodoviária através da redução dos erros humanos;
- Gestão do tráfego em situações de congestionamento, de forma a reduzir o consumo de combustível e emissões de GEE;
- Permite que o utilizador executar outras atividades enquanto o sistema automático está em funcionamento;
- Facilita o acesso e mobilidade no centro das cidades para os utilizadores idosos ou com deficiência motora.

Prevê-se que o desenvolvimento desta tecnologia ocorra em cinco diferentes fases, em linha com a inovação e desenvolvimento tecnológico em prospetiva. A primeira fase deste processo já ocorreu com o desenvolvimento do sistema de travagem ABS, direção assistida e controlo de velocidade. A segunda fase diz respeito ao assistente de estacionamento e assistente em percursos congestionados (2016-2017). A terceira fase representa o total automatismo em percursos de autoestrada e em situações de congestionamento (2018-2020). A quarta fase, a partir da qual serão necessários existir sistemas no espaço urbano que interajam com os veículos, dirá respeito ao automatismo dos urbanos e suburbanos (2022-2025) e a última fase é aquela em que os veículos são totalmente automáticos, com capacidade replicarem a reação humana em qualquer situação, interagindo com o meio que os rodeia e ajustando o seu comportamento aos outros veículos autónomos ou não (previsto acontecer em 2030) [48]. De acordo com [71] os automatismos da terceira, quarta e quinta fase poderão ter um papel na transição dos combustíveis convencionais para os alternativos, na medida em que um veículo automático tem maior capacidade para gerir o seu gasto de energia e desta forma, contribuir para a redução das necessidades de armazenamento energético dos VE, permitindo a utilização de baterias menores e mais baratas.

De acordo com [72], além das questões relacionadas com o desenvolvimento tecnológico, os veículos automáticos enfrentam um outro conjunto de desafios. O mais importante destes desafios tem a ver com questões legais. Antes da sua total implementação todas as partes interessadas (seguradoras, construtoras, utilizadores, autoridades de tráfego e administração dos estados membros) deverão chegar a um acordo relativamente ao uso e partilha de responsabilidades destes veículos. Por outro lado a tecnologia enfrenta também desafios sociais que têm a ver com o preço e aceitabilidade do produto. Existe ainda implicações ao nível das infraestruturas rodoviárias (sinalização e marcações) cuja interação com o veículo autónomo deverá existir de forma a maximizar a segurança e correto comportamento por parte do veículo e a sua capacidade para se adaptarem às condições de circulação (luminosidade, tipo de estrada e condições meteorológicas).

Apesar destas circunstâncias, alguns países já têm hoje em dia tecnologia automóvel autónoma em funcionamento e legal. Os Estados Unidos, nomeadamente no Estado de Nevada, já se adiantou no quadro da legislação e já aí se pode encontrar um exemplo de um veículo que circula autonomamente em autoestrada (Camião Inspiration). Relativamente aos veículos ligeiros de

passageiros, a empresa Google criou o seu primeiro veículo que atualmente está em uma fase avançada de testes. O aeroporto de Heathrow é outro exemplo onde já existem veículos autónomos (em circuito fechado) que pretendem essencialmente fazer a ligação entre terminais, parques de estacionamento e transportes públicos. Na Alemanha, também em circuito fechado, foi desenvolvido um *shuttle* chamado Navia que efetua pequenas viagens e atualmente em funcionamento em campus universitários, parques empresariais e estâncias hoteleiras.

3.5. Combustíveis alternativos

Os combustíveis alternativos considerados neste capítulo são a eletricidade (a partir de energia renovável e energia nuclear), os biocombustíveis e o hidrogénio. Procurar-se-á analisar a problemática por detrás destes combustíveis e compreender o seu potencial de redução de emissões de GEE associados às tecnologias de transporte até 2030 e 2050.

Eletricidade

A eletricidade é um tipo de energia que atualmente é amplamente distribuída e utilizada em múltiplos setores económicos. O setor onde a eletricidade é novidade⁸ é precisamente o setor dos transportes, sendo que hoje em dia já são comercializados veículos que utilizam a eletricidade como forma única de propulsão na América do Norte, União Europeia, China e Japão, resultado de uma política de redução do volume de emissões GEE.

A energia elétrica pode ser produzida tanto a partir de fontes não renováveis (carvão, petróleo, gás natural e energia nuclear⁹) como a partir de fontes renováveis (energia hídrica, eólica, solar e energia das ondas). Consoante a fonte da energia elétrica, diferentes volumes de emissão de GEE estão associados e por isso, quando equacionamos a utilização da eletricidade em veículos rodoviários, é necessário ter em conta o mix energético dessa mesma eletricidade. Assim, é recomendável estimar o volume de emissões associadas a cada veículo considerando uma análise de ciclo de vida, que atualmente varia com o País em questão. Além disso e segundo [73], é importante recarregar os veículos elétricos em alturas de menor procura energética, longe dos picos causados pela procura atual de energia que, de uma forma geral, são iguais na maioria dos países da OCDE. De qualquer das formas é importante aumentar e diversificar o número fontes geradoras de energia limpa ligadas à rede elétrica de forma a garantir que, nas horas de menos procura exista energia limpa em abundância para recarregar os veículos elétricos e nas horas de mais procura, a intensidade carbónica da energia utilizada seja a menor possível.

Como referido em 3.2.3, o atual desafio dos VE tem que ver com a infraestrutura de carregamento e neste sentido, apesar de carregamento rápido ser dado como uma solução face à autonomia dos VE, segundo [41] este tipo de carregamento pode trazer problemas para a rede elétrica com tendência a agravar os picos de procura da rede, sem que se maximize a redução do volume de

⁸ Aplicação em larga escala. Desde o séc.XIX que a eletricidade surge ligada ao transporte.

⁹ Apesar de aplicação controversa na maioria dos Estados-Membros, é vista pela União Europeia como uma fonte de energia elétrica de baixa emissão de carbono, podendo contribuir para a descarbonização do setor elétrico segundo os cenários de descarbonização europeu [69].

emissões. Desta forma é necessária intervenção política para que o consumidor prefira carregar o seu veículo em casa através do apoio financeiro para aquisição da infraestrutura de carregamento e, potencialmente apoiar a aquisição de infraestrutura de produção de energia renovável. Além disso os governos podem, junto dos fornecedores de energia, conseguir preços para a energia elétrica mais baixo (idêntico aos contadores bi-horários) para alturas mais vantajosas relativamente à de emissão de GEE. Por outro lado, seria importante e uma campanha que mostre ao consumidor que em meio urbano e suburbano, 200 quilómetros é suficiente para satisfazer as suas necessidades confortavelmente durante pelo menos 3 dias (61,5 quilómetros por dia, considerando 22.000 quilómetros anuais durante 356 dias por ano). A utilização da propulsão elétrica adequa-se a um variado tipo de utilizações, nomeadamente serviços públicos como carteiros (já aplicado em Guimarães [74] [75]), recolha de lixo (já aplicado em várias cidades portuguesas, distrito de Lisboa inclusive) e transporte coletivo (1º autocarro elétrico no município de Faro [76]).

Apesar da chegada da energia elétrica apresentar-se promissora para o setor do transporte, é necessário ter em conta um dos seus efeitos colaterais. Os combustíveis fósseis são os mais taxados em Portugal (58% gasolina e 47% gasóleo, aos quais acresce o IVA de 19% [77]) e, uma redução deste consumo levará necessariamente à redução da receita fiscal por parte do Estado Português o que inevitavelmente fará aumentar os preços da eletricidade. Este aumento terá impacto na população em geral, sendo necessário que os Estados consigam obter retorno de outras formas que, seguindo a lógica atual de governação, tenderá a significar criar novos impostos para os veículos elétricos (ao contrário do política de apoio hoje praticada). No entanto Portugal pode também obter retorno através das receitas das autoestradas (apenas a partir de 2030 com o término dos contratos de concessão das parcerias público-privadas rodoviárias), incentivo ao transporte público investindo na intermodalidade entre veículo individual e transporte público ou aumentos dos benefícios de IRS para os consumidores de VE, bem como apoio na educação e cultura das famílias que apoiam a produção de energia renovável ou formas de mobilidade de baixo carbono.

Biocombustíveis

O termo biocombustível é aplicado a todos os combustíveis líquidos produzidos através de biomassa. Exemplos são o caso do etanol, biodiesel e álcool que podem ser produzidos a partir do milho, cana-de-açúcar, sementes e rebentos de soja. A curto prazo, a incorporação de biocombustíveis na gasolina e gasóleo é uma estratégia que está a ser utilizada pela União Europeia. No entanto a produção deste combustível deve ser altamente regulada de forma a não surtir o efeito inverso. Segundo [78] para que um biocombustível seja aceite para comercialização ele tem que ter a capacidade de reduzir as emissões de ciclo de vida em pelo menos 50% comparativamente aos combustíveis com base em petróleo, passando a chamar-se biocombustível avançado (celulósico). Se o componente principal do biocombustível (biomassa) for produzido em terrenos ricos em carbono, naturalmente que esse componente é libertado para a atmosfera (produzindo-se mais GEE). Por exemplo, atualmente o biocombustível produzido através do milho reduz as importações de petróleo mas não consegue reduzir as emissões de gases de estufa e por isso, segundo [78] não se qualifica como biocombustível avançado. A produção de biomassa tem outras problemáticas que têm a ver com

o espaço necessário para se a produzir, sendo que segundo NRC2011 em 2011 os processos de produção de biocombustível avançado têm a capacidade de gerar entre 175 a 250 litros de gasolina equivalente por cada tonelada de biomassa. Estes combustíveis levantam ainda preocupações relativamente ao seu impacto sob os preços dos géneros alimentícios caso este combustível venha a ser utilizado a nível global, mas por outro lado também podem ter um papel importante para o desenvolvimento da agricultura em determinadas zonas rurais e utilizar terrenos que estão desocupados vítimas da desertificação ou de outras políticas.

Hidrogénio

O hidrogénio como combustível é um composto que, de forma idêntica à eletricidade, pode ser produzido a partir de várias fontes. O resultado da utilização do hidrogénio é vapor de água, sendo por isso considerado como uma opção para as estratégias de redução de emissões de GEE. Ainda que da sua utilização não resultem gases nocivos para a atmosfera, este não é o caso da produção, cuja emissão de gases com efeito de estufa depende principalmente da fonte primária de hidrogénio. As principais formas de produção são a partir do gás natural, eletrolise da água, biomassa e carvão. Este composto existe em maior número nos hidrocarbonetos cuja extração do hidrogénio resulta precisamente na libertação do carbono, que por sua vez realça a importância das soluções tecnológicas de captura de carbono. Atualmente o futuro da utilização do hidrogénio enfrenta duas barreiras: a primeira está relacionada com a produção de hidrogénio pois as formas mais baratas de produção de hidrogénio emitem maiores volumes de emissões enquanto as formas mais caras emitem menos. Segundo [41] o preço do hidrogénio equivalente de um litro de gasolina poderá custar 1,90 € até 2030 produzido a partir da eletrolise da água, enquanto o mesmo litro de hidrogénio produzido a partir do gás natural poderá custar 1,20 € até 2030; a segunda diz respeito à distribuição de hidrogénio que, idealmente, deve existir antes de sequestrar antes que a distribuição destes veículos comece independentemente do país em questão porque mesmo em países que já utilizam industrialmente este composto, nenhuma rede foi construída para distribuir pequenas quantidades cobrindo a maior área possível. Esta é uma tecnologia que no futuro próximo estará muito dependente do apoio estatal e investimento privado, para que se crie a infraestrutura de distribuição e assim atrair o setor automóvel para o contínuo desenvolvimento destes veículos, contribuindo também para a diminuição dos custos para o consumidor.

3.6. Intensidade carbónica das fontes geradoras de energia atuais e alternativas

Os combustíveis alternativos considerados neste capítulo são o gasolina, gasóleo, gás natural (como termo de comparação), biocombustíveis, eletricidade e hidrogénio. Estes foram as alternativas consideradas porque têm potencial para reduzir o total de emissões de gases de estufa quando comparados com o petróleo.

Quadro 3.7 – Emissões de CO₂ por tipo de combustível (adaptado de: SunEarthTools.com, visitado em 28/02/2016)

Combustível (kg)	Emissões de combustão (kg CO ₂)
Gasolina	3,09
Gasóleo	3,17
GPL Auto	3,00
Biodiesel	2,52

O Quadro 3.7 mostra que os biocombustíveis (biodiesel) apresentam o menor valor de emissões de CO₂, sendo que a principal diferença que se verifica no valor total emitido tem que ver com o consumo de combustível de cada tipo de veículo. No caso dos veículos híbridos, uma vez que utilizam o mesmo combustível que os VCI e têm maior eficiência energética (Quadro 3.5) emitem respetivamente menos. Neste quadro não foram tidas em conta as emissões associadas à extração, transformação e distribuição dos combustíveis.

De seguida faz-se uma análise das emissões que um veículo a gasolina, gasolina e elétrico (a partir do carvão, gás natural e energia renovável) produz ao longo de 250 quilómetros. Para os veículos de combustão interna considera-se que emitem 130g CO₂/Km, para o veículo híbrido 80g CO₂/Km e para o veículo elétrico considera-se que tem uma bateria de 24 kWh carregado sob o mix energético português, norueguês e europeu.

Quadro 3.8 – Emissões de GEE totais num percurso de 250 Km consoante diferentes tipos de energia (adaptado de: SunEarthTools.com, 28/02/2016)

	CO ₂ (g)/kWh	CO ₂ (kg) gerados para produzir 24 kW
Produção elétrica através do carvão	1000	24,0
Produção elétrica através do gás natural	380	9,1
Elétrico (Mix OCDE)	433	10,4
Elétrico (Mix não-OCDE)	628	15,1
Elétrico (Mix Europeu)	290	7,0
Elétrico (Portugal)	255	6,1
Elétrico (Noruega)	17	0,4
VCI (Gasolina 7L/100km)	161 g/km	40,3
VCI (Gasóleo 5L/100km)	158 g/km	39,4
VCI (limite europeu para 2015)	130 g/km	32,5
VCI (igualar emissões mix europeu)	28 g/km	7,0

O Quadro 3.8 mostra que um veículo elétrico, mesmo utilizando energia produzida através do carvão, consegue emitir cerca de menos 40% de emissões de CO₂ que um veículo a gasolina ou gasóleo e menos 75% de CO₂ se for a energia for produzida através do gás natural. Tanto o mix energético Europeu como o Português permitem que o veículo elétrico emita menos CO₂ do que se a sua energia fosse produzida pelo gás natural. O mix energético da Noruega mostra que um veículo elétrico tem o potencial para emitir já em 2016, 99% menos CO₂ do que as motorizações convencionais. Por último, para que um veículo VCI emita o mesmo que um veículo elétrico abastecido pelo mix energético Europeu, teria que emitir 28 g/km, enquanto a legislação atual sobre os VCI tinha como meta para 2015 atingir os 130 g/km.

Por outro lado, existem ainda três outras problemáticas associadas aos combustíveis: a primeira tem a ver com o preço anual do combustível para o utilizador, que no caso da gasolina e biocombustíveis representa o dobro do que a eletricidade, hidrogénio ou gás natural [41]. Conforme se reduz o consumo do combustível fóssil através da melhoria da eficiência dos veículos, é esperado que passe a existir mais oferta do que procura, podendo baixar o preço da gasolina e gasóleo de tal forma que o consumidor dará menos importância aos veículos não fósseis [41]. Em segundo lugar, considerando projeções para o mercado dos Estados Unidos em 2030, um veículo que circule anualmente 22.000 quilómetros, os gastos com a gasolina poderão significar 890 € (440 € gás natural) enquanto no caso de um veículo operado com combustível alternativo os gastos com o combustível representam 510 € para VEH e 350 € para VEB (830 € biocombustível). Como vimos no Quadro 3.6 o incremento do custo dos veículos de propulsão alternativa (VEH, VEHP, VEB e VEC) é bastante maior que a diferença do expectável gasto anualmente em combustível (sem considerar gastos com a manutenção que no caso dos VE é tendencialmente menor). Em terceiro lugar, e agora do ponto de vista das infraestruturas, de acordo com [41], o custo de investimento para veículos gasolina e gasóleo é de 700 € por veículo (no caso de nova refinaria) e 1100 € por veículo no caso do gás natural (a cargo do consumidor ou distribuidor), enquanto no caso dos combustíveis não fósseis, o investimento pode chegar aos 3900 € por veículo no caso elétrico (a cargo do consumidor ou autoridade local), 3700 € no caso dos biocombustíveis (a cargo do produtor), e 2300 € no caso do hidrogénio (a cargo do produtor e distribuidor).

3.7. Sistemas de transporte coletivo

Apesar de promissora (no que à redução de GEE diz respeito), a motorização elétrica no transporte individual enfrenta problemas como a autonomia, custo e de infraestrutura de carregamento que atualmente dificultam a generalizada adoção dos VE. No entanto o mesmo não acontece com o transporte coletivo, nomeadamente o caso do transporte rodoviário (autocarros). As características de utilização de um autocarro (em serviços de passageiros urbano) são propícias à adoção da motorização elétrica, uma vez que os motores elétricos têm um binário muito alto (importante para iniciar o movimento de altas cargas) e porque os sistemas elétricos estão concebidos para reaproveitar a energia nos travões (crucial para trajetos urbanos e dada a natureza do serviço). Segundo [79] um autocarro elétrico consegue percorrer a mesma distância que um autocarro a gasóleo utilizando menos 80% de energia, por um fração dos custos de manutenção contribuindo para a redução do custo durante o tempo de vida útil em 35% comparativamente com os autocarros a gasóleo. Por outro lado, enquanto o preço da bateria representa um custo enorme para um consumidor, no caso de uma operadora que utiliza o veículo para transportar seis vezes mais pessoas durante três vezes mais quilómetros, o custo por consumidor resulta muito baixo. Os autocarros representam a forma de transporte público mais disseminada no meio urbano em todo o planeta sem que, no caso da Europa e Portugal, consiga captar uma quota suficientemente interessante da população que se desloca diariamente. A renovação da frota de autocarros é uma oportunidade para os Estados-Membros repensarem a sua oferta de transporte público, com uma oferta tecnologicamente moderna e apelativa.

Outra aplicação preponderante dos combustíveis fósseis no transporte coletivo rodoviário de passageiros é o gás natural. Como referido em 3.2.4 o GN é cerca de 70% mais barato que o gasóleo e emite menos 20% de CO₂ e 40% menos óxido de azoto (NOx). Sendo este um combustível fóssil de transição [69], é importante iniciar a sua utilização no contexto de redução de emissões de GEE e redução do consumo de gasolina e gasóleo. No distrito de Lisboa circulam desde 2004 cerca de 40 autocarros deste tipo [80].

3.8. Sistema de transporte coletivo do tipo BRT

O sistema BRT foi inicialmente concebido em resposta à mobilidade associada a grandes fluxos de tráfego, designadamente em cidades de países em vias de desenvolvimento. Esta tecnologia consiste em uma rede interligada de rotas exclusivas para autocarros com infraestrutura e acessibilidade própria. A razão da sua existência tem que ver com o alto investimento que infraestruturas como o metropolitano ou a ferrovia necessitam quando comparados com os autocarros. No entanto, em geral os autocarros estão associados a uma imagem de pouca confiança, dificuldade em cumprir horários e, também, outros aspetos relativos à segurança para os utilizadores e são essas circunstâncias que o BRT pretende corrigir. Além disso um sistema deste tipo potencia a utilização das energias alternativas, veículos autónomos e intermodalidade dos transportes públicos e por isso relevante para esta dissertação.

Ainda que a ideia por detrás do BRT seja a de uma infraestrutura de acesso própria, com faixas de rodagem exclusivas e autocarros próprios, em cidades desenvolvidas poderá não existir o espaço para criar tal infraestrutura. Por isso, ainda que os melhores exemplos do BRT sejam na América Latina (cidade de Bogotá, Colômbia e Curitiba, Brasil) também em outras zonas do globo, nomeadamente na Europa, foram construídas versões deste sistema (cidade de Ruão, França). Por outro lado, como foi dito anteriormente, os autocarros têm sinergia com um conjunto de outras políticas ambientais e por isso é interessante considerar cidades que tenham autocarros como uma forma de mobilidade pública e que não adotaram um sistema 100% BRT¹⁰. A cidade de Londres em Inglaterra é um exemplo disso mesmo, segundo [81] o seu sistema de autocarros transporta diariamente 5,4 milhões de pessoas, bastante mais do que o metro. Neste tipo de cidades é esperado que o desenvolvimento de energias alternativas para veículos de maior porte tenha um impacto positivo logo a curto prazo.

De acordo com [81] a densidade populacional é um dos principais fatores que determinam a viabilidade económica do BRT. Como em qualquer transporte público, é necessário que se equacione tanto a densidade populacional como a intensidade e tipo de tráfego gerado, procurando maximizar as taxas ocupação e utilidade para a população. Por outro lado, este tipo de tecnologia implica também grande vontade política para superar possíveis conflitos de interesses entre operadoras existentes que praticam ou não o mesmo tipo de serviço e conflitos ao nível urbano entre instituições ou entre outros modos de mobilidade, sendo esses os seus principais desafios.

¹⁰ O sistema BRT tem faixas de rodagem fisicamente limitadas das restantes, enquanto em um sistema não BRT as suas faixas de rodagem são apenas reservadas para autocarros e não necessariamente limitadas fisicamente.

Captura de carbono

A captura de carbono é uma técnica que se pretende que funcione em paralelo com a produção de energia e consiste no transporte e armazenamento de CO₂ para locais onde outrora foi extraído petróleo ou simplesmente para o seio de rochas porosas [41]. Esta técnica tem potencial de reduzir as emissões de CO₂ a longo prazo, permitindo que se utilize o gás natural e se produza hidrogénio que de outra forma não seria possível (as suas emissões não se enquadram no objetivo europeu de reduzir as emissões de GEE entre 80% a 90% até 2050). No entanto a captura de carbono nunca foi utilizada com o objetivo de reduzir as emissões de CO₂ mas sim para retirar mais petróleo líquido de determinado local em exploração. É neste sentido que existem preocupações em relação à capacidade destes poços conseguirem reter totalmente o dióxido de carbono, sendo esse o objetivo de aplicação da técnica do que à redução de emissões de GEE diz respeito.

3.9. Soluções não tecnológicas

Estas soluções compreendem aspetos relacionados com legislação e incentivos à alteração da escolha modal ou do veículo e podem ser de âmbito social, gestão ou planeamento.

Alteração da repartição modal

As transferências modais desejadas em cidades serão a substituição do transporte individual pelo uso dos transportes públicos, bicicleta e percursos a pé, em linha com a concretização do conceito mobilidade urbana sustentável. No caso dos transportes públicos é desejável que as alternativas sejam diversas e abranjam uma perspetiva multimodal, nomeadamente entre o modo de transporte ferroviário, marítimo fluvial e outras formas de transporte coletivo rodoviário urbano. Além disso é necessário existir uma boa relação entre densidade populacional e número de serviços coberto pela rede de transportes de forma a aumentar a sua utilidade e o seu rendimento a nível financeiro. No caso da bicicleta, este é um modo modal de grande relevância em algumas cidades europeias. Considerando o caso dos Países Baixos em que os modos cicláveis representam 34% das deslocações até 7,5 quilómetros [82] este é resultado de um investimento a longo prazo de maneira que é, nos dias de hoje, tendencialmente visto como cultura. No entanto os modos cicláveis são mais o fruto de uma aposta governativa e fruto de investimento do que relacionada com fatores sociais ou aptidão cultural. França prova este conceito na medida em que através de investimentos iniciados no ano de 2007 espera em 2020 conseguir que os modos cicláveis representem 12% das deslocações até 3 quilómetros, esperando-se que possa trazer frutos a nível da redução de GEE como de saúde pública [83] (até 10 mil milhões de € verificando-se a quota modal até 2020). Existem no entanto alguns fatores que podem condicionar a sua aceitação, nomeadamente o clima e o relevo da cidade. Ao nível técnico, a utilização da bicicleta em substituição do veículo de transporte individual (veículo ligeiro de passageiros) requer que sejam garantidos níveis de segurança para os utilizadores dos veículos na infraestrutura. No caso das deslocações a pé é necessário que o planeamento e desenho urbano tenham o mesmo propósito (segurança), estabelecendo a sua prioridade face ao transporte individual motorizado (veículos ligeiros de passageiros). O planeamento urbano poderá reduzir o uso do transporte individual através do estacionamento e restrições à mobilidade. No entanto esta opção não é a mais favorável junto da opinião

pública que é naturalmente contra o aumento do preço do estacionamento e contra restrições à mobilidade. Ainda assim, a adaptação por parte do consumidor a esta política poderia resultar na utilização de uma nova combinação de modos acompanhada da construção de novos parques de estacionamento e infraestrutura de percursos a pé, sendo que uma grande vantagem dos modos suaves e transporte coletivo é que permitem tanto responder a deslocações pendulares como não pendulares.

Alteração de comportamento

As alterações de comportamento podem ser promovidas através de uma política de preços ou de investimentos na educação do consumidor, encorajando-o a utilizar cada vez menos o transporte motorizado individual (veículos ligeiros de passageiros). A política de preços pode potenciar a utilização de infraestruturas de transporte coletivo caso estas sejam de qualidade e intermodais, dependendo de uma administração integrada que consiga alinhar os interesses ambientais, uso do solo e das operadoras. Um exemplo de intermodalidade futura está relacionada com os veículos ligeiros e o transporte público na área metropolitana de Lisboa que, pode ser alcançada através de parques de estacionamento nas respetivas estações de transporte coletivo. Atualmente estacionar um veículo numa estação ferroviária durante a hora laboral (caso da linha de Cascais) pode custar até 10 € por dia (8 horas). Ora, este é um bom exemplo de uma política de preços desequilibrada uma vez que o objetivo do parque de estacionamento junto das infraestruturas de transporte público é aumentar a taxa de ocupação dessas infraestruturas, permitindo ficar mais em conta à população (que detêm um veículo ligeiro de passageiros) deslocar-se até ao centro de Lisboa com o seu veículo.

Atitude do consumidor

Ainda que as instituições reguladoras por um lado forcem as distribuidoras a produzir novos veículos e por outro criem as infraestruturas necessárias a esses veículos, a estratégia de redução do volume de emissões de gases com efeito de estufa só terá sucesso se o consumidor final estiver disponível para adotar os novos veículos. Segundo [41] os atributos de um veículo que podem influenciar a compra do consumidor são: as emissões, o conforto, a eficiência, investimento inicial e custos de operação, performance, confiança no veículo, segurança, tamanho do veículo e espaço de bagagem, *design* e autonomia. Em geral, parte destes atributos, em veículos que permitem reduzir o volume de emissões e a dependência do petróleo, oferecem piores resultados comparativamente aos atuais VCI que [41] considera ser uma das principais barreiras dos novos veículos. Em geral os novos veículos custarão mais, terão menos autonomia, menos espaço de bagagem enquanto têm maior eficiência e reduzido volume de emissões. Segundo [41] num mercado em que os veículos individuais não são de forma alguma novidade, o consumidor valoriza mais a marca, segurança, preço e eficiência de combustível e menos o volume de emissões, o nome da marca e opções de financiamento. Daí ser necessário tempo para que o consumidor se adapte ao novo produto pois os atributos que mais valoriza não melhoram necessariamente. Além disso, outro sinal da necessária adaptação também por parte das instituições reguladoras é que enquanto apenas 3% dos inquiridos consideraram os incentivos a nível de redução de taxas um fator importante nas suas compras, 46% consideraram os incentivos

relevantes se forem devolvidos em vez de dedutíveis ao final do ano. Por outro lado de acordo com [84], ainda que o consumidor diga que a eficiência do veículo é dos atributos que mais dá valor quando pretende comprar um novo veículo, quando deparado com o preço superior do veículo mais eficiente, o consumidor tem tendência para não considerar as poupanças a longo prazo, pois, não só o histórico do preço dos combustíveis apresenta enorme volatilidade como a vida útil de esses veículos não está comprovada, baixando a aceitabilidade do consumidor em relação a veículos mais caros. Isto mostra que os consumidores precisam de outros incentivos para aderirem.

Considerando aqueles consumidores que estão dispostos a comprar um veículo não VCI, as maiores preocupações são o tempo necessário para pagar o veículo e autonomia, enquanto as menores são o espaço e confiança no veículo. Aqueles consumidores que dizem não comprar um veículo alternativo, indicam o custo e a disponibilidade do combustível como os maiores pontos negativos, sendo autonomia uma das que menos os preocupa. Em ambos os casos é clara a importância que o consumidor dá ao preço inicial do veículo.

3.10. Análise SWOT: Soluções tecnológicas de baixo carbono

Neste capítulo procura-se organizar os conceitos abordados ao longo deste capítulo, esclarecendo a sua situação atual, referindo as barreiras identificadas e avançar com os seus benefícios.

Quadro 3.9 – Análise SWOT: Soluções tecnológicas de baixo carbono

	Situação atual	Barreiras	Benefícios esperados
Combustão Interna	<ul style="list-style-type: none"> - Emissões <i>standart</i> (Gasolina: 2,3 kgCO₂/litro, Gasóleo: 2,5kgCO₂/litro, GPL 3,0kgCO₂/litro); - 20% a 30% de eficiência energética, mas tem boas condições para a melhorar a curto prazo; 	<ul style="list-style-type: none"> - O consumo em condições reais é maior que os testes de laboratório indicam em parte devido aos hábitos de condução que invariavelmente alteram a eficiência dos veículos; - Redução de peso deve manter níveis de segurança em caso de acidente; - Aerodinâmica traz desafios para o aspeto dos veículos (um ponto crucial para a venda de um produto); 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de peso, veículo mais ágeis; - Resistência ao rolamento, - Aerodinâmica dos veículos; - Eficiência dos acessórios dos automóveis;
Biocombustíveis	<ul style="list-style-type: none"> - Misturados com a gasolina ou gasóleo reduzem as emissões; 	<ul style="list-style-type: none"> - Efeitos no mercado dos géneros alimentícios, podendo fazer o preço aumentar; - Investimentos a nível da produção necessários; 	<ul style="list-style-type: none"> - A curto prazo reduzem as emissões e o consumo de gasolina e gasóleo, permitindo alcançar metas europeias; - Partilham infraestrutura de distribuição com gasolina, gasóleo e gás natural;
Veículos Híbridos	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza combustíveis fósseis e produz energia elétrica; - Eficiência ligada à ineficiência dos motores de combustão; - Reduz emissões de GEE comparativamente aos VCI; 	<ul style="list-style-type: none"> - Preço mais alto; - A amortização do investimento a médio prazo não é um fator que o consumidor considere a médio prazo [41]; 	<ul style="list-style-type: none"> - Permite reduzir as emissões de GEE sem ser necessário investimento adicional em infraestruturas rodoviárias ou em infraestrutura de distribuição de combustível;

	Situação atual	Barreiras	Benefícios esperados
Veículos Elétricos	<ul style="list-style-type: none"> - Emissões dependentes do <i>mix</i> de produção de energia; - Altamente condicionado pelos avanços tecnológicos das baterias; - 99,9% das reservas de lítio mundiais concentradas em quatro países (Chile, China, Argentina e Austrália); - Desconfiança do consumidor quanto à sua capacidade para eliminar as emissões de CO₂; - Políticas de apoio fiscal para estes consumidores; - Veículos atualmente comercializados podem realizar entre 200 a 250 Km com uma carga; 	<ul style="list-style-type: none"> - Altera hábitos do consumidor (acesso ao combustível); - Ansiedade por parte do consumidor devido à autonomia limitada; - Reciclagem das baterias; - Forma de utilização e vida útil da bateria intrinsecamente ligados; - Exige uma estratégia sólida de produção renovável; - Veículo mais caro que os mencionados anteriormente; - Confiança quanto à durabilidade das baterias; - Investimentos ao nível da infraestrutura no domínio público e segurança energética; - O carregamento que maximiza a vida útil da bateria pode demorar entre 4 a 8 horas e modelo de recarga não uniformizado; - Opções de carregamento podem agravar os picos de procura; 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrução do consumidor pode favorecer a alteração de comportamento para uso da bicicleta ou deslocações a pé; - Aumento da procura de energia, novos produtores serão tentados a entrar no mercado de produção (administração pública, através dos devidos apoios, pode exercer pressão para que essa produção seja de carácter renovável); - Os veículos podem ser carregados a partir da ligação elétrica doméstica; - Permite reduzir totalmente as emissões de gases com efeito de estufa; - Novos modelos de negócio, nomeadamente o <i>Car Sharing</i>; - Segurança energética, redução da exposição face ao petróleo; - <i>Smart Grid</i> – gestão eficiente dos veículos ligados à rede inteligente; - Redução da velocidade nas estradas; - Redução dos efeitos negativos do ruído em cidades;
Hidrogénio	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de hidrogénio pode ser ou não renovável; - Células muito sensíveis à produção em massa; - Durabilidade das células incerta; 	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestrutura de distribuição inexistente e combustível pouco ou nada utilizado em outros setores; - Utilização em ambientes de temperatura elevada incerta; - Produção a partir de fontes não renováveis necessita que a captura de carbono se revele funcional; 	<ul style="list-style-type: none"> - Têm autonomia idêntica aos veículos de combustão interna, potencialmente permitem toda a utilidade e autonomia de esses veículos emitindo apenas vapor de água;
Veículo Autónomos	<ul style="list-style-type: none"> - Pode utilizar qualquer uma das formas de propulsão mencionadas anteriormente; - Em atual desenvolvimento, pequenos automatismos já disponíveis ao consumidor; 	<ul style="list-style-type: none"> - A curto e médio prazo tem um custo enorme para a população; - Riscos relacionados com a legislação e responsabilidade no caso de uma falha da tecnologia ou acidente; - Proteção de dados; - Intervenção de terceiros exterior ao veículo; 	<ul style="list-style-type: none"> - Promove o acesso à mobilidade de grupos sociais vulneráveis (invisuais, idosos, capacidade motora reduzida); - Eliminação do erro humano; - Transporte de mercadorias e transporte público rodoviário autónomo; - Limita o <i>stress</i> associado à condução e permite que o tempo dentro do veículo seja reutilizado;
Alteração da repartição modal (do transporte individual para modos suaves)	<ul style="list-style-type: none"> - Aproveitamento dos benefícios para a saúde ainda está por explorar; - A prioridade dada ao modo rodoviário dificulta uma coexistência segura com os modos suaves; 	<ul style="list-style-type: none"> - Reordenação de prioridades no espaço público; - Distância entre habitação, serviços e emprego; - Condições meteorológicas; - Aspectos socioculturais do consumidor; 	<ul style="list-style-type: none"> - Complementa outras formas de mobilidade e as infraestruturas pedonais podem alargar a área de mercado (transporte coletivo); - Favorece a intermodalidade nos transportes em alta densidade; - Cidades policêntricas; - <i>Bike Sharing</i>; - Alta densidade;

	Situação atual	Barreiras	Benefícios esperados
Alteração da repartição modal (de transporte individual para transporte coletivo)	<ul style="list-style-type: none"> - Emissões e consumo de combustível por passageiro muito baixo comparativamente com soluções de transporte individual; - Em Portugal, o transporte coletivo padece de investimento e de intermodalidade entre a oferta; 	<ul style="list-style-type: none"> - Solução apenas aplicável em alta densidade (viabilidade económica); - Necesita de investimento e de uma estratégia que una as várias entidades no território; - Partilha de infraestrutura (transporte coletivo rodoviário); - Perceção do consumidor 	<ul style="list-style-type: none"> - Intermodalidade entre modos; - Capacidade para responder às deslocações pendulares e não pendulares; - Sinergia entre modo pedonal e potencialmente modos cicláveis;

3.11. Síntese

A análise inicial deste capítulo mostra que 94% do setor dos transportes, a nível mundial, utiliza como fonte primária de combustível a gasolina e o gasóleo, 3% o gás natural, 2% os biocombustíveis e 1% a eletricidade, representando a importância da descarbonização deste setor expressa pelos instrumentos de gestão territorial analisados no Capítulo 2 no que à redução de emissão de GEE diz respeito. Em Portugal 74% do petróleo importado é utilizado pelo setor dos transportes e as suas emissões representaram em 2013 cerca de 24% do total emitido pelo país. Neste sentido, foram identificadas as seguintes tecnologias com potencial para a descarbonização do setor dos transportes: aumento da eficiência dos motores de combustão interna, gás natural, veículos híbridos, motorização elétrica e o hidrogénio.

O aumento de eficiência dos veículos de combustão interna (gasolina e gasóleo) e a tecnologia híbrida representam uma oportunidade a curto prazo (2025) para Portugal uma vez que, permite a redução das emissões de GEE sem que seja necessário um esforço financeiro do país ou adaptação do sistema energético. Por outro lado a infraestrutura de distribuição do combustível existe e está disseminada pelo território enquanto a população também está familiarizada com este tipo de veículos. O caso do gás natural é em parte idêntico à situação anterior, permitindo a redução de emissões de GEE até 2035 e, principalmente importante para os países da União Europeia, a redução das emissões dos óxidos de azoto associados aos veículos a gasóleo. Esta estratégia terá no entanto um custo superior uma vez que exige infraestruturação da distribuição de distribuição. Além disso, uma vez que os motores de combustão interna (híbridos incluídos) podem ser adaptados para o gás natural, ela cria uma oportunidade para o reaproveitamento desses motores. Tendo isto em consideração, depois de 2035 as metas de redução de GEE para os Estados-Membros da União Europeia atingem determinados níveis (60% de redução de GEE) que exigem ao transporte individual de passageiros utilizar uma fonte de energia substancialmente menos emissora de GEE, sendo essas formas de propulsão a energia elétrica ou o hidrogénio.

Relativamente à energia elétrica, a análise mostrou que a energia produzida no ano de 2016 em Portugal permite reduzir as emissões de GEE (comparativamente à gasolina e gasóleo) em 82,5%. Este é um resultado que faz desta tecnologia uma opção relevante para a descarbonização do setor

dos transportes, no entanto existem condicionantes que devem ser ultrapassadas até que estes veículos captem uma quota de mercado significativa. Estas condicionantes têm a ver com a população (custo e adaptação à autonomia), com a infraestruturação da distribuição de energia (postes de carregamento) e com a produção energética (incorporação de energia renovável na produção energética), razões pelas quais esta tecnologia (aplicada ao transporte individual de passageiros) apenas desempenhará o seu papel a médio e longo prazo (2025-2050). Tendo em conta as condicionantes referidas anteriormente, para que a mobilidade elétrica vigore em Portugal é necessário conseguir produzir energia elétrica emitindo um baixo volume de GEE e de forma independente, que dadas as características ambientais do país (vento, sol, rios e mar) existe aqui uma grande oportunidade para se produzir energia renovável e de forma descentralizada, evitando que (por exemplo) se recorra à energia nuclear. Questões relacionadas com a população, nomeadamente o custo e a perceção da tecnologia, devem continuar a ser parte da estratégia da eletrificação dos veículos ligeiros de passageiros através dos incentivos fiscais, redução de impostos e de uma campanha que eduque a população relativamente à forma de utilizar estes veículos, bem como investimentos a nível da *Smart Grid* para que se gira a procura energética dos veículos de forma a proporcionar-lhes energia renovável. Além disso deve ser tido em conta a redução da receita do estado provocado pela diminuição das vendas de combustível fóssil, que atualmente são bastante taxados e constituem uma grande porção da receita situação que inevitavelmente levará ao aumento dos preços da eletricidade. Deve no entanto ter-se em conta que esse aumento afetará toda a procura de eletricidade, tanto a nível doméstico como industrial podendo agravar os desequilíbrios sociais já existentes em Portugal. Considera-se por isso que o País deve procurar outras formas de obter a sua receita, nomeadamente através da produção elétrica renovável.

No que respeita ao hidrogénio, a análise mostrou que os maiores desafios estão relacionados com a distribuição e produção do combustível, havendo a necessidade de se associar à produção a tecnologia de captura de carbono cuja aplicabilidade está por demonstrar. Para Portugal o hidrogénio poderá ganhar importância apenas a longo prazo, uma vez que a produção de hidrogénio pode realizar-se a partir de fontes renováveis.

No caso dos veículos autónomos, esta é uma tecnologia que não tem uma contribuição clara para redução das emissões de GEE mas tem potencial para redução do número de acidentes rodoviários e de restituir a mobilidade à população mais vulnerável, designadamente com algum grau de deficiência. Considera-se que Portugal deve desenvolver uma estratégia neste âmbito de forma que as câmaras municipais tenham conhecimento do potencial dos veículos autónomos, podendo os mesmos vir a ser considerados nos futuros Planos de Mobilidade Urbana Sustentável. No entanto está é uma tecnologia tendencialmente cara e considerando a capacidade económica das famílias em Portugal, necessitará de apoio europeu.

As soluções tecnológicas até agora consideradas respondem à necessidade de redução das emissões de GEE, mas não alteram necessariamente o padrão modal de deslocações sendo por isso importante considerar um outro conjunto de soluções não tecnológicas que podem essencialmente ajudar a reduzir o consumo de energia. Estas soluções têm que ver com o aumento da utilização do transporte coletivo, modos suaves e intermodalidade entre estes dois modos e o transporte individual.

É desejável que maior número de população se desloque em transporte coletivo até ao centro urbano e que se desloque a pé ou de bicicleta enquanto permanece no centro urbano, reduzindo desde logo o consumo de energia, emissões de GEE e o congestionamento. A alteração modal para a pé e bicicleta no centro urbano necessita de uma reordenação das prioridades no espaço urbano que não só permitam a segurança e conforto das deslocações bem como de uma concentração de serviços e lazer. Um exemplo da reordenação em questão é a Avenida Duque D'Avila em Lisboa no Bairro São Sebastião da Pedreira, onde o tráfego foi reorganizado, os passeios aumentados, foram criados paragens para transporte público e reduzido o número de estacionamento (os residentes estacionam os seus veículos em parques privados). No que toca ao transporte coletivo público é importante aumentar a sua taxa de ocupação em prol do transporte individual. A estratégia deve atender à necessidade de existir intermodalidade entre os vários modos de transportes (por exemplo, cais do Sodré: intermodalidade entre linha ferroviária, metropolitano, rodoviária e fluvial) e principalmente à intermodalidade entre o transporte individual e coletivo, nomeadamente através de parques de estacionamento. Estes não são propriamente novidade junto das estações de transporte público mas, uma vez que estão afetadas de tarifas, por sua vez geridos por empresas que procuram o seu benefício (empresas privadas) e não o benefício público, resulta em que a deslocação em transporte coletivo não é competitiva (a nível de custo para o utilizador) com o transporte individual. É de interesse ainda dar-se continuidade às iniciativas Lisboa Viva e 7 Colinas uma vez que apelam à utilização de toda a rede de transporte público.

Por fim e alusivo ao transporte coletivo rodoviário, a descarbonização revela ser, logo no curto prazo, uma oportunidade para a motorização elétrica e propulsão de gás natural. Prova disso é precisamente o número crescente de veículos desta natureza inseridos na frota das operadoras em Portugal. Esta é uma estratégia que, para além cumprir os objetivos de redução das emissões de GEE, permite aos utilizadores experienciarem as novas tecnologias.

4. CASO DE ESTUDO: O SETOR DOS TRANSPORTES E DA MOBILIDADE NA REGIÃO DO ALGARVE

4.1. Introdução

Neste capítulo procede-se à análise de diagnóstico dos principais problemas de mobilidade da região do Algarve. Serão analisados os indicadores relativos à procura de transporte de acordo com a informação estatística existente (e evolução ocorrida entre 2001 e 2011) e os instrumentos de gestão territorial da região do Algarve. É objetivo de esta análise realizar uma análise SWOT que identifique pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças que se colocam ao desenvolvimento da mobilidade sustentável e à descarbonização do setor dos transportes, matéria que vai de encontro à política europeia no âmbito do aumento de eficiência energética e redução de emissões de GEE.

Posteriormente, será avaliado quais as soluções tecnológicas (estudadas no capítulo 3) de maior potencial e aplicabilidade na região do Algarve tendo em conta o diagnóstico realizado.

4.2. Caracterização do setor dos transportes e diagnóstico da mobilidade na região do Algarve: indicadores

4.2.1. Dinâmica populacional

De acordo com o último recenseamento geral da população nacional (INE, 2011) a população residente no Algarve em 2011 era de 451006 habitantes (acréscimo de 14,1% da população relativamente a 2001).

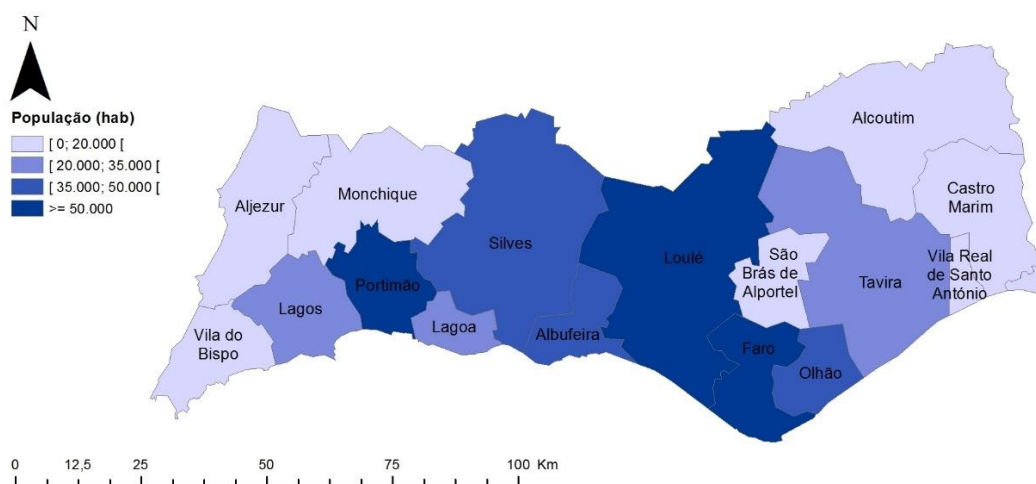


Figura 4.1 – População residente em 2011 (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Conforme mostra a Figura 4.1, é no centro e ao longo da zona costeira da região que se concentra o maior quantitativo de pessoas. O município com maior número de residentes da região é Loulé com 70622 habitantes, seguindo-se Faro com 64560 habitantes e Portimão com 55614 habitantes. No conjunto dos três municípios referidos reside 40,1% do total de habitantes na região.

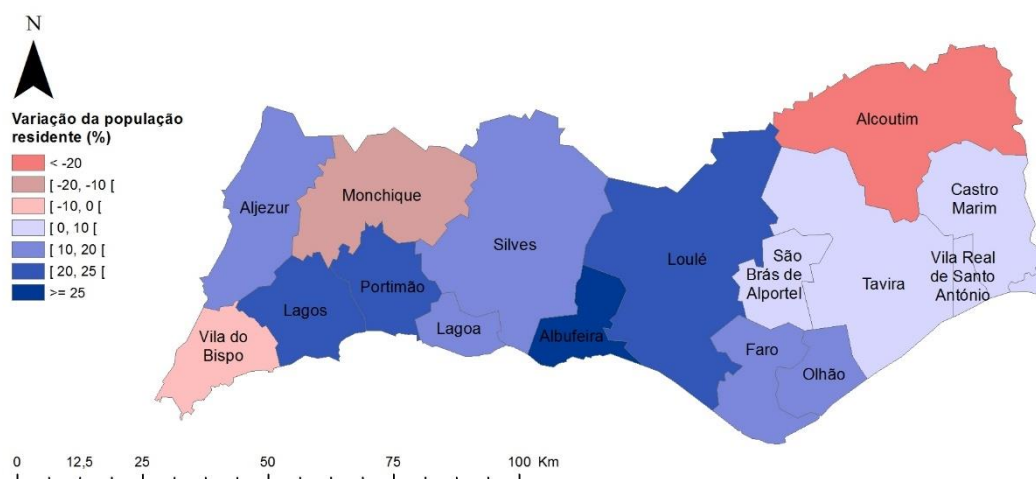


Figura 4.2 – Variação da população residente entre 2001 e 2011 (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.2 (e Quadro 0.2 em Anexo, página 97) mostram que Albufeira foi o município onde ocorreu o maior crescimento da população residente entre 2001 e 2011 com uma variação de 29,4%, seguindo-se Portimão com 24,1% e Lagos com 22,2%, em todos os casos superior à variação média da região, 14,1%. Por outro lado, registaram-se variações negativas da população residente no mesmo período em Alcoutim com -22,6%, Monchique com -13,3% e Vila do Bispo com -1,7%. Este facto mostra que a população residente se distribui de forma assimétrica na região, com consequências para a procura de transportes. A referida Figura mostra que as variações de população residente ocorreram maioritariamente no designado Algarve central (Loulé e Albufeira) e na zona costeira Sudoeste da região (Lagos e Portimão), podendo estas variações estar associadas ao saldo natural, saldo migratório ou ambos.

Quadro 4.1 – Evolução da população residente com nacionalidade estrangeira entre 2001 e 2011 (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2001	2011	Variação (%)	Distribuição da Pop. Nac. Est. (%)
Algarve	23704	48435	104,3%	-
Albufeira	2951	6604	123,8%	13,6%
Alcoutim	63	50	-20,6%	0,1%
Aljezur	474	1204	154,0%	2,5%
Castro Marim	134	440	228,4%	0,9%
Faro	2218	4928	122,2%	10,2%
Lagoa	1851	2427	31,1%	5,0%
Lagos	2221	4844	118,1%	10,0%
Loulé	4539	9513	109,6%	19,6%
Monchique	352	491	39,5%	1,0%
Olhão	1508	2684	78,0%	5,5%
Portimão	2533	6091	140,5%	12,6%
São Brás de Alportel	702	990	41,0%	2,0%
Silves	2037	3978	95,3%	8,2%
Tavira	1256	2269	80,7%	4,7%
Vila do Bispo	472	735	55,7%	1,5%
Vila Real de Santo António	393	1187	202,0%	2,5%

O Quadro 4.1 mostra que em 2011, habitavam na região do Algarve 48.435 residentes com nacionalidade estrangeira (acréscimo de 104,3% face a 2001), sendo Alcoutim o único município da região onde este indicador verificou uma variação negativa de 20,6%. Considerando a distribuição dos 48.435 habitantes com nacionalidade estrangeira entre os dezasseis municípios, verifica-se que em 2011 residiam em Loulé 19,6% do total deste tipo de residentes, 13,6% residiam em Albufeira e 12,6% em Portimão. No conjunto dos três municípios referidos residiam 45,8% do número total de residentes estrangeiros, significando que também neste aspecto a região mostra assimetria; no entanto ambos os residentes com nacionalidade portuguesa e estrangeira estão distribuídos nos mesmos municípios.

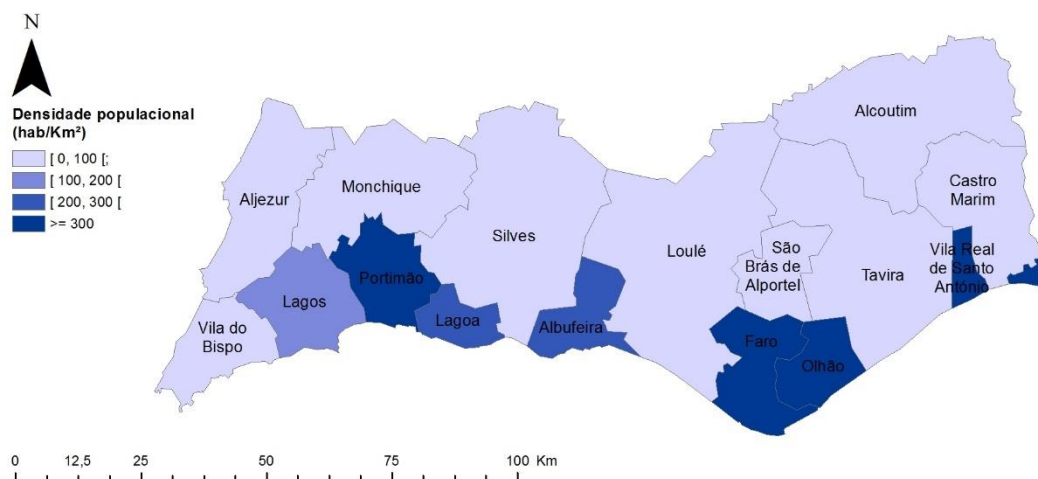


Figura 4.3 – Densidade populacional em 2011 (Dados: INE 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Conforme mostra a Figura 4.3 (e Quadro 0.3 em Anexo, página 98), em 2011 os municípios com maior densidade populacional da região são Olhão (346,9 hab/km²), Faro (319,9 hab/km²), Vila Real de Santo António (312,8 hab/km²) e Portimão (305,5 hab/km²) que, como mostra a referida figura, todos se situam na zona costeira da região. Por outro lado aqueles que apresentam menor densidade populacional são Alcoutim (5,1 hab/km²), Monchique (15,3 hab/km²) Aljezur (18,2 hab/km²) e Castro Marim (22,4 hab/km²) que por sua vez se localizam nas faixas Este e Oeste da região. Estes municípios com baixa densidade populacional constituem um desafio para as soluções de transporte público em geral, pois por um lado a baixa densidade pode ser um sinónimo de reduzida procura e por outro, caso a população (apesar de reduzida) não estiver de alguma forma concentrada, a área de influência de uma linha de transporte público tem dificuldade em se tornar acessível a um número de habitantes que justifique o seu funcionamento. Nestes casos, a viabilidade do transporte individual e soluções de transporte coletivo flexível aumentam consideravelmente.

Quadro 4.2 – Evolução do número de alojamentos entre 2001 e 2011 (Dados INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2001 (alojamentos/km ²)	2011 (alojamentos/km ²)	Varição (%)
Algarve	55,3	75,6	36,7%
Albufeira	206,7	302,5	46,3%
Alcoutim	5,1	6,1	19,6%
Aljezur	14,2	18,1	27,5%
Castro Marim	21,8	27,8	27,5%
Faro	150,6	187,2	24,3%
Lagoa	174,8	221,6	26,8%
Lagos	88,0	126,6	43,9%
Loulé	63,2	85,8	35,8%
Monchique	11,0	11,6	5,5%
Olhão	157,4	199,7	26,9%
Portimão	167,3	257,5	53,9%
São Brás de Alportel	35,9	42,7	18,9%
Silves	35,6	47,8	34,3%
Tavira	27,4	41,7	52,2%
Vila do Bispo	25,9	32,9	27,0%
Vila Real de Santo António	223,0	320,1	43,5%

No caso da densidade habitacional, observa-se pelo Quadro 4.2 que a variação é positiva em todos os municípios da região, registando-se as maiores variações em Portimão (53,9%), Tavira (52,2%), Albufeira (46,3%), Lagos, (43,9%) e Vila Real de Santo António (43,5%), aqueles municípios em que a densidade habitacional por si só já registava os maiores valores da região. Note-se que essa variação da densidade populacional é em alguns municípios superior à variação populacional, sugerindo que parte do novo imobiliário esteja desabitado ou que seja habitação de carácter sazonal.

Do ponto de vista da gestão do território, estas alterações têm tendência para agravar outras problemáticas dos municípios, nomeadamente o setor dos transportes. Ainda que o aumento da densidade populacional e habitacional possa favorecer as taxas de ocupação dos veículos de transporte público, só assim será se estes indicadores evoluírem de uma forma natural e não radical (artificialização). O caso em questão, particularmente em Portimão, Tavira, Albufeira, Lagos e Vila Real de Santo António por um lado a evolução registada do número de alojamentos traz desafios para o desenvolvimento de soluções de transportes nesses municípios e por outro, prejudica a capacidade de articulação da procura de transporte entre os vários municípios da região. Por outro lado, nos casos em que a variação populacional é muito inferior à variação habitacional (considerando ambas positivas) fica a possibilidade de existirem no território significativas e imprevisíveis alterações ao padrão e fluxo das deslocações, exigindo que as soluções de transporte dos municípios tenham capacidade para se adaptarem ao longo do tempo e num curto espaço de tempo.

No caso da dimensão média das famílias constata-se pelo Quadro 0.4 em Anexo página 98, que este indicador varia muito pouco em todos os municípios algarvios e que, à exceção de Vila Real de Santo António, estão abaixo do valor médio em Portugal. Este indicador apresenta o seu mínimo no município de Alcoutim (2,1) e o máximo em Vila Real de Santo António (2,6). De uma forma geral estes valores potenciam a hipótese de que a maioria dos casais residentes no Algarve têm um ou nenhum filho.

4.2.2. Caracterização dos movimentos pendulares

O Quadro 4.3¹¹ (página 60) mostra que o número de residentes que efetuam movimentos pendulares casa/trabalho ou casa/escola aumentou de 36644 em 2001 para 45099 em 2011. Os maiores volumes têm origem nos municípios de Olhão (17,4%), Silves (13,6%), Loulé (11,4%) e Faro (11,3%), com padrões similares em 2001. Faro é o município que mais população atrai (28,9%), seguindo-se Portimão (12,5%), Albufeira (13,8%) e Loulé (14,0%) sem também terem sofrido alterações de maior entre 2001 e 2011. Note-se no entanto algumas disparidades entre volumes de estrada e saídas: no caso dos municípios de Albufeira e Faro, ambos verificam maior volume de entradas do que de saídas. Enquanto nos municípios de Olhão e Silves se regista o padrão contrário, com um maior volume de saídas do que de entradas. Por outro lado, Loulé é o município que apresenta maior equilíbrio entre volume de origem e volume de deslocações de entrada e saídas.

Tendo agora em conta a segunda parte do Quadro 4.3, observa-se que alguns municípios atraem uma grande percentagem (maior que 50%) dos movimentos pendulares gerados em outros municípios. Um de esses casos é o município de Albufeira que atrai 70,1% dos movimentos pendulares inter-concelhios gerados em Silves, o município de Faro que atrai 57,5% de Loulé, 76,0% de Olhão e 53,3% de São Brás de Alportel, enquanto Loulé atrai 53,5% de Faro. O município de Lagos atrai 70,1% do volume gerado por Aljezur e 79,9% de Vila do Bispo, enquanto Portimão atrai 64,8% de Lagoa e 49,3% de Lagos. A Este da região, Vila Real de Santo António atrai 72,2% do volume que é gerado em Castro Marim. Estes valores mostram que as interações entre municípios não são uniformes, existindo um conjunto de municípios que exerce uma grande pressão sobre aqueles que tem em seu redor sem que o contrário necessariamente aconteça.

¹¹ Auxílio para a interpretação do respetivo quadro:

- Reidentes (hab): 45099 representa o número total de deslocações pendulares do tipo casa-trabalho ou casa-escola na região do Algarve;
- A coluna "Origem" diz respeito ao número de movimentos pendulares do tipo casa-trabalho ou casa-escola com origem no município indicado na primeira coluna do Quadro. O valor percentual diz respeito à relação entre os movimentos pendulares com origem no município em questão face ao total da região indicado em a);
- A coluna "Destino" diz respeito ao número de movimentos pendulares do tipo casa-trabalho ou casa-escola com destino no município indicado na primeira coluna do Quadro. O valor percentual diz respeito à relação entre os movimentos pendulares com destino no município em questão face ao total da região indicado em a);
- O somatório do quantitativo de movimentos pendulares na coluna "Origem" (e "Destino") é igual ao número total de movimentos pendulares do tipo casa-trabalho ou casa-escola indicado em a);
- Comparando b) e c) é possível compreender a forma como a atratividade dos municípios varia;
- A segunda parte do respetivo gráfico é a Matriz O/D propriamente dita;
- Os valores indicados na sua diagonal dizem respeito ao número de movimentos pendulares do tipo casa- trabalho ou casa-escola que são do tipo intra-concelhio. O valor percentual diz respeito à relação entre os movimentos que são do tipo inter-concelhio e inter-concelhio;
- Os valores que não fazem parte da diagonal indicam o número de movimentos pendulares do tipo casa-trabalho ou casa-escola que são do tipo inter-concelhio, dizendo respeito ao quantitativo de movimentos pendulares entre a "Origem" (primeira coluna do Quadro) e "Destino" (primeira linha do Quadro).

Exemplificando a leitura da linha relativa ao município de Albufeira:

- Verificou-se 22017 movimentos pendulares do tipo intra-concelhio que representam 87,8% do total de movimentos pendulares gerados em Albufeira;
- Verificou-se 2685 movimentos pendulares do tipo inter-concelhio que apresentam 12,2% (100%-87,8%) do total de movimentos pendulares gerados em Albufeira;
- 6,0% do total de movimentos pendulares inter-concelhios (45099) da região do Algarve têm origem no município de Albufeira;
- 13,8% do total de movimentos pendulares inter-concelhios (45099) da região do Algarve têm destino no município de Albufeira;
- 659 do total de movimentos pendulares inter-concelhios (45099) têm origem em Albufeira e destino em Faro, representando 24,5% do número total de movimentos pendulares com origem em Albufeira (2685);
- 994 do total de movimentos pendulares inter-concelhios (45099) têm origem em Albufeira e destino em Faro, representando 37,0% do número total de movimentos pendulares com origem em Albufeira (2685)

Quadro 4.3 – Matrix Origem/Destino de 2011 (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Origem	Residentes (hab): 45099		Destino															
	Origem	Destino	Albufeir a	Alcouti m	Aljezur	Castro Marim	Faro	Lagoa	Lagos	Loulé	Monchique	Olhão	Portimão	São Brás de Alportel	Silves	Tavira	Vila do Vispo	Vila Real de Santo António
Albufeira	2685 (6.0%)	6218 (13.8%)	22017 (87.8%)	1 (0.0%)	1 (0.0%)	5 (0.2%)	659 (24.5%)	121 (4.5%)	45 (1.7%)	994 (37.0%)	6 (0.2%)	41 (1.5%)	304 (11.3%)	7 (0.3%)	478 (17.8%)	9 (0.3%)	4 (0.1%)	10 (6.0%)
	98 (0.2%)	116 (0.3%)	1 (1.0%)	896 (90.1%)	0 (0.0%)	15 (15.3%)	23 (23.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (1.0%)	0 (0.0%)	2 (2.0%)	2 (2.0%)	1 (1.0%)	0 (0.0%)	20 (20.4%)	0 (0.0%)	33 (0.2%)
	284 (0.6%)	169 (0.4%)	2 (0.7%)	0 (0.0%)	2119 (88.2%)	0 (0.0%)	7 (2.5%)	4 (1.4%)	199 (70.1%)	3 (1.1%)	5 (1.8%)	1 (0.4%)	36 (12.7%)	0 (0.0%)	3 (1.1%)	0 (0.0%)	24 (0.0%)	0 (0.6%)
	1089 (2.4%)	169 (1.5%)	8 (0.1%)	19 (1.7%)	0 (0.0%)	1935 (64.0%)	97 (8.9%)	1 (0.1%)	1 (0.1%)	13 (1.2%)	0 (0.0%)	14 (1.3%)	3 (0.3%)	4 (0.4%)	1 (0.1%)	142 (13.0%)	0 (0.0%)	786 (72.2%)
Faro	5097 (11.3%)	13053 (28.9%)	422 (8.3%)	15 (0.3%)	4 (0.1%)	22 (0.4%)	31946 (86.2%)	39 (0.8%)	25 (0.5%)	2728 (53.5%)	4 (0.1%)	1041 (20.4%)	148 (3.2%)	247 (4.8%)	99 (1.9%)	226 (4.4%)	4 (1.4%)	73 (11.4%)
	4156 (9.2%)	2723 (6.0%)	314 (7.7%)	0 (0.0%)	7 (0.2%)	0 (0.0%)	142 (3.4%)	8600 (67.4%)	138 (3.3%)	111 (2.7%)	33 (0.8%)	12 (0.3%)	2693 (64.8%)	0 (0.0%)	688 (16.6%)	5 (0.1%)	11 (0.3%)	2 (0.0%)
Lagos	1817 (4.0%)	1764 (3.9%)	52 (2.9%)	0 (0.0%)	85 (4.7%)	0 (0.0%)	126 (6.9%)	97 (5.3%)	15191 (89.3%)	53 (2.9%)	18 (1.0%)	6 (0.3%)	895 (49.3%)	0 (0.0%)	87 (4.8%)	2 (0.1%)	395 (21.7%)	1 (0.1%)
	5119 (11.4%)	6300 (14.0%)	1326 (25.9%)	3 (0.1%)	3 (0.1%)	6 (0.1%)	2945 (57.5%)	58 (1.1%)	27 (0.5%)	33890 (86.9%)	2 (0.0%)	150 (2.9%)	166 (3.2%)	140 (2.7%)	179 (3.5%)	79 (1.5%)	6 (0.1%)	29 (0.6%)
Monchique	620 (1.4%)	263 (0.6%)	10 (1.6%)	0 (0.0%)	24 (3.9%)	0 (0.0%)	32 (5.2%)	24 (3.9%)	44 (7.1%)	6 (1.0%)	1949 (75.9%)	0 (0.0%)	440 (71.0%)	0 (0.0%)	39 (6.3%)	0 (0.0%)	1 (0.2%)	0 (0.0%)
	7854 (17.4%)	1937 (4.3%)	170 (2.2%)	3 (0.0%)	3 (0.0%)	17 (0.2%)	5968 (76.0%)	11 (0.1%)	16 (0.2%)	906 (11.5%)	1 (0.0%)	17003 (88.4%)	60 (0.8%)	101 (1.3%)	44 (0.6%)	467 (5.9%)	2 (0.0%)	85 (1.1%)
Portimão	3942 (8.7%)	5638 (12.5%)	438 (11.1%)	0 (0.0%)	18 (0.5%)	2 (0.1%)	386 (9.8%)	1327 (33.7%)	775 (19.7%)	187 (4.7%)	163 (4.1%)	31 (0.8%)	27689 (87.5%)	0 (0.0%)	541 (13.7%)	8 (0.2%)	57 (1.4%)	9 (0.2%)
	1982 (4.4%)	623 (1.4%)	69 (3.5%)	2 (0.1%)	0 (0.0%)	2 (0.1%)	1057 (53.3%)	9 (0.5%)	3 (0.2%)	631 (32.8%)	0 (0.0%)	103 (5.2%)	9 (0.5%)	3932 (66.5%)	7 (0.4%)	78 (3.9%)	1 (0.1%)	11 (0.6%)
Silves	6154 (13.6%)	2195 (4.9%)	3348 (54.4%)	0 (0.0%)	2 (0.0%)	2 (0.0%)	380 (6.2%)	1022 (16.6%)	100 (1.6%)	426 (6.9%)	29 (0.5%)	18 (0.3%)	801 (13.0%)	5 (0.1%)	13169 (88.2%)	9 (0.1%)	8 (0.1%)	4 (0.1%)
	2866 (5.2%)	1504 (3.3%)	40 (1.7%)	44 (1.9%)	0 (0.0%)	98 (4.1%)	972 (41.1%)	4 (0.2%)	7 (0.3%)	228 (9.6%)	1 (0.0%)	461 (19.5%)	26 (1.1%)	117 (4.9%)	16 (0.7%)	10749 (82.2%)	1 (0.0%)	351 (14.8%)
Vila do Bispo	479 (1.1%)	516 (1.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	22 (4.6%)	0 (0.0%)	15 (3.1%)	5 (1.0%)	382 (79.7%)	0 (0.0%)	1 (0.2%)	1 (0.1%)	44 (9.2%)	0 (0.0%)	9 (1.9%)	0 (0.0%)	2211 (92.2%)	0 (0.0%)
	1357 (3.0%)	1394 (3.1%)	18 (2.1%)	29 (3.3%)	0 (0.0%)	485 (35.7%)	244 (26.0%)	1 (0.1%)	2 (0.2%)	43 (4.9%)	0 (0.0%)	56 (6.4%)	11 (1.3%)	1 (0.1%)	4 (0.5%)	461 (52.9%)	2 (0.2%)	8481 (90.7%)

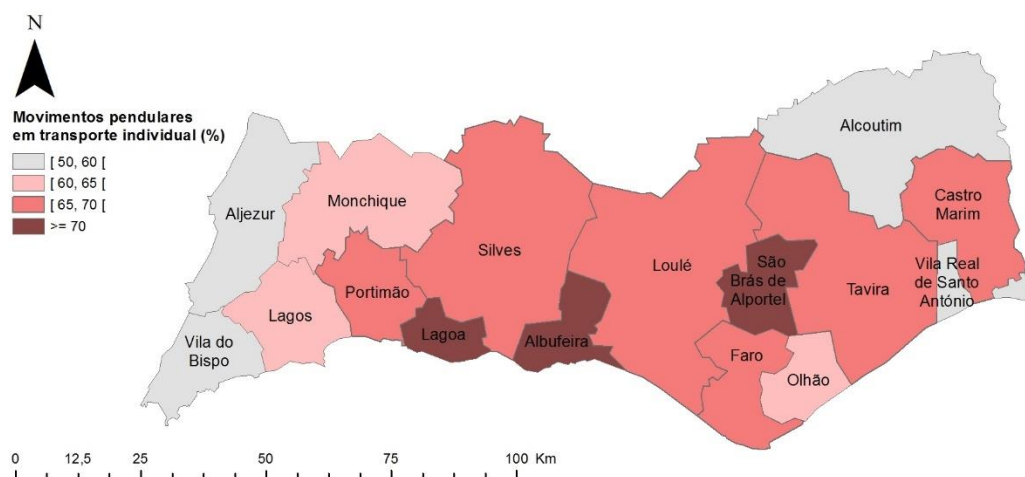


Figura 4.4 – Movimentos pendulares em transporte individual entre os municípios da região do Algarve (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.4 mostra que as maiores percentagens de população residente que se desloca em transporte individual (motociclo ou veículo ligeiro) se verificam em São Brás de Alportel (75,5%), Lagoa (71,7%) e Albufeira (70,4%) enquanto as menores se verificam em Alcoutim (50,9%), Vila Real de Santo António (52,2%) e Vila do Bispo (56,4%). Observa-se ainda que os municípios em que a população mais se desloca de transporte individual concentram-se no designado Algarve central. O facto de tão grande percentagem da população optar por se deslocar através de transporte ligeiro por um lado é favorável às soluções de transporte que visam a descarbonização do setor (sem resolver a questão do congestionamento) e por outro é reflexo de que outras formas de deslocação poderão não estar a ser exploradas.

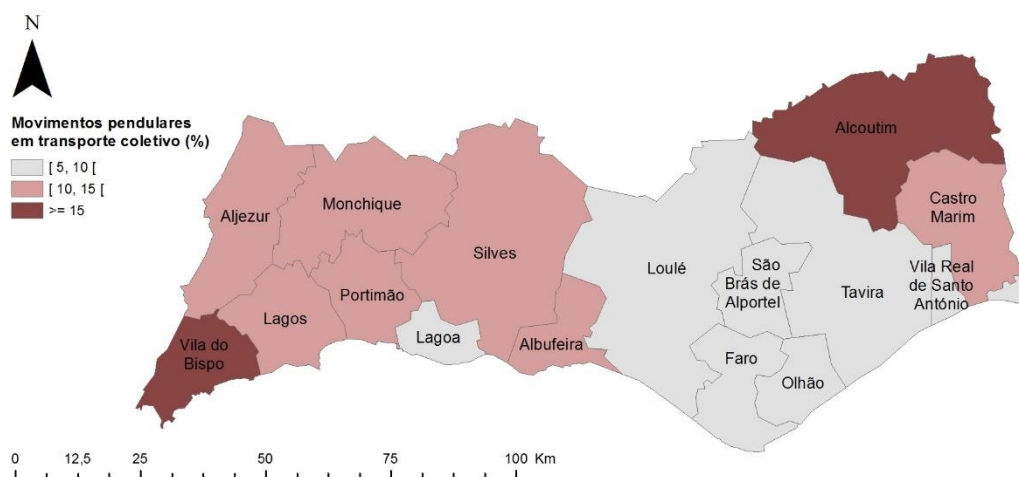


Figura 4.5 – Movimentos pendulares em transporte coletivo entre os municípios da região do Algarve (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.5 mostra que os municípios em que a utilização do transporte coletivo é em catorze municípios inferior a 15%, verificando-se os valores máximos em Alcoutim (19,6%) e Vila do Bispo (15,3%) enquanto os valores mínimos verificam-se nos municípios de Vila Real de Santo António (6,0%), São Brás de Alportel (7,0%), Faro (8,2%) e Olhão (8,6%). A referida figura mostra que de uma

forma geral a proporção de população que se desloca em transporte coletivo está agrupada a Este da região onde tendencialmente menos população opta pelo transporte coletivo, enquanto a Oeste a proporção é superior.

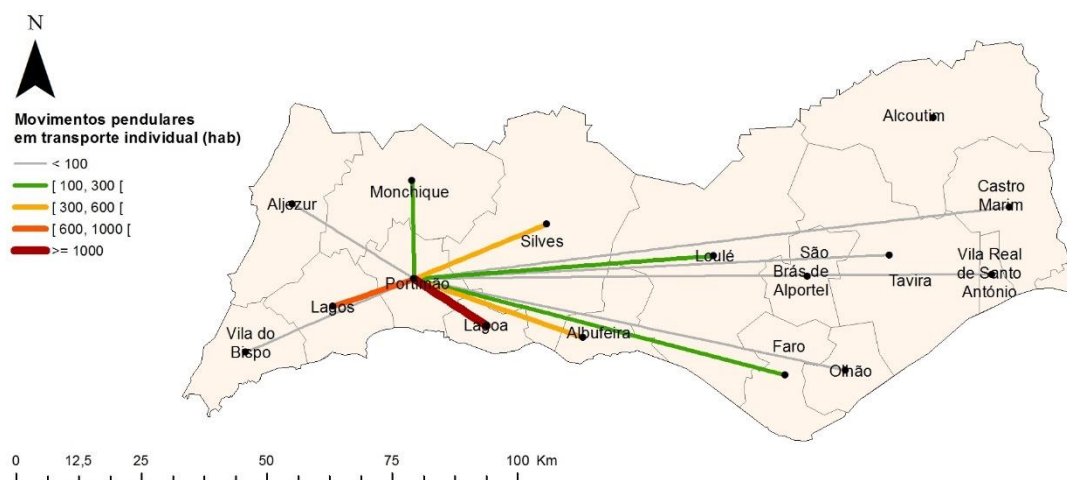


Figura 4.6 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Portimão (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Oeste da região, a Figura 4.6 mostra que no município de Portimão, a população que se desloca em transporte individual é superior a 100 habitantes no caso de sete municípios, em que a ligação mais dominante é a ligação com Lagoa (1153 habitantes), seguindo-se Lagos (689 habitantes), Silves (487 habitantes), Albufeira (396 habitantes), Faro (287 habitantes) e Loulé (160 habitantes), sendo 13,5% dos movimentos considerados habitantes que se deslocam como passageiros. Neste município observa-se que existe uma distribuição uniforme do tráfego em transporte individual gerado por si. Por outro lado, ainda no Oeste da região, verifica-se que nos municípios de Aljezur (Figura 0.2 em Anexo, página 100), Vila do Bispo (Figura 0.3 em Anexo, página 100) e Monchique (Figura 0.4 em Anexo, página 100), apenas existe uma ligação entre 100 e 300 habitantes com outros municípios. No caso de Aljezur e Vila do Bispo essa ligação verifica-se com Lagos (107 e 225 habitantes respetivamente) e no caso de Monchique com Portimão (289 habitantes), sendo todas as restantes ligações inferiores a 100 habitantes.

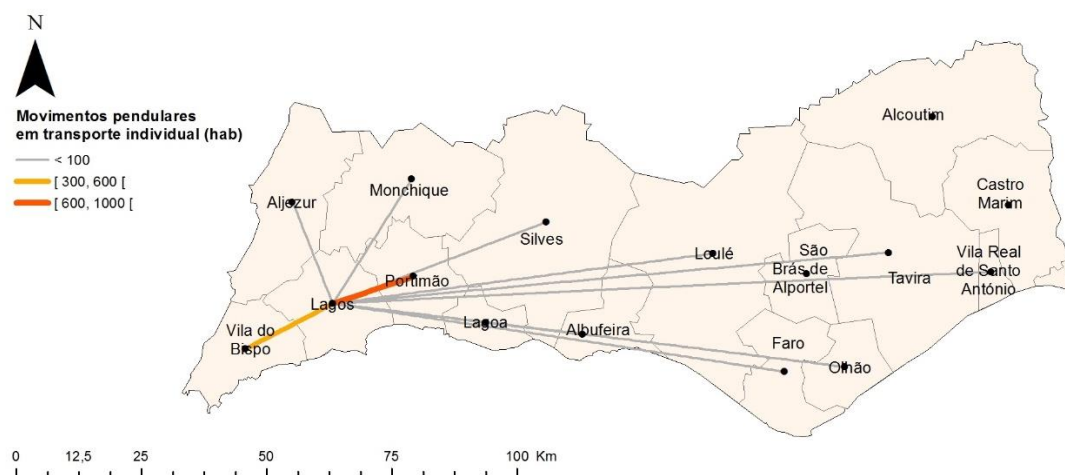


Figura 4.7 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Lagos
(Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.7 mostra que Lagos é origem de 722 habitantes que se deslocam até Portimão e de 347 habitantes que se deslocam até Vila do Bispo. Apesar de Lagos ser também um município que interage com um número de outros municípios baixo, observa-se que as ligações que estabelece são equilibradas. Isto é, existe pouca discrepância entre o tráfego gerado entre Lagos – Portimão e Portimão – Lagos e de igual modo entre Lagos e Vila do Bispo. Esta é uma situação que favorece as taxas de ocupação de uma solução de transporte público.

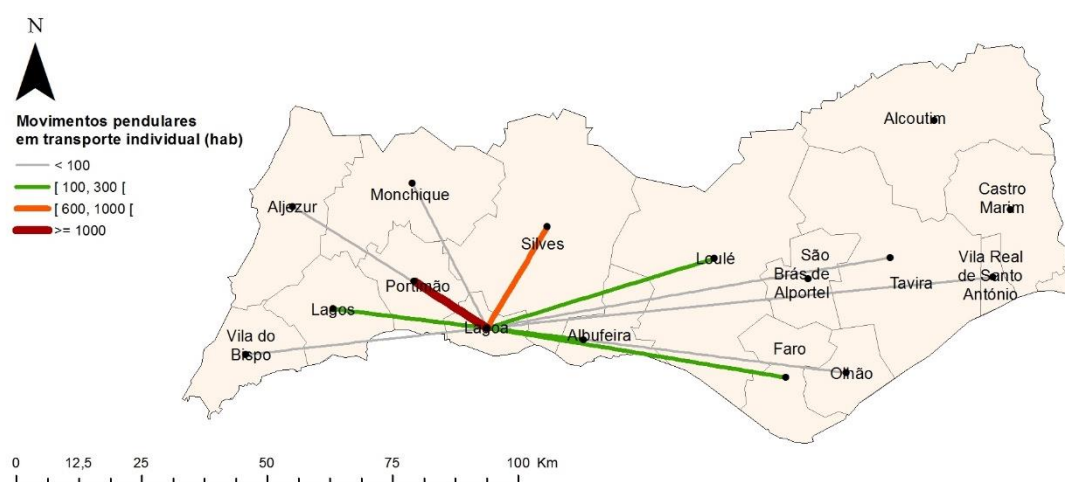


Figura 4.8 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Lagoa
(Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

No caso da Figura 4.8, verifica-se que o tráfego em transporte individual gerado pelo município de Lagoa segue uma distribuição irregular. Apesar de estabelecer ligações superiores a 100 habitantes com cinco diferentes municípios, a ligação com Portimão (2163 habitantes) por um lado é 3,5 vezes superior a segunda ligação mais importante, Silves (611 habitantes) e 1,8 vezes superior à ligação recíproca, Portimão – Lagoa (1153 habitantes). Como se vê pelo Quadro 4.3, 64,8% do tráfego gerado por Lagoa tem como destino Portimão. Além disso Lagoa apresenta o terceiro valor mais alto da região, no que ao volume de passageiros que se deslocam em transporte individual como passageiro diz

respeito (24,0%), enquanto em Portimão verifica-se que este indicador não ultrapassa por 13,5% e em Lagos 16,5%.

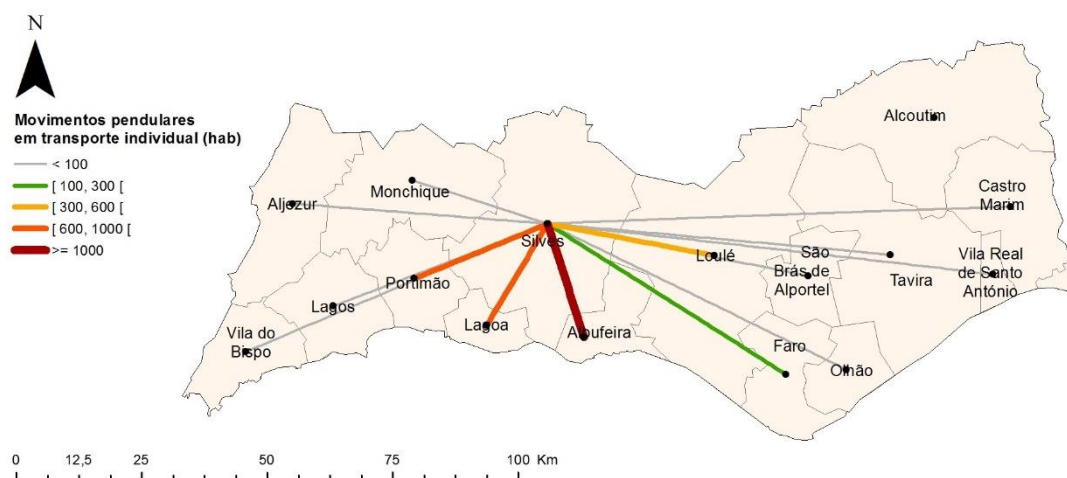


Figura 4.9 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Silves (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.9 evidencia uma segunda questão abordada no Quadro 4.3 em que 13,6% de total de movimentos pendulares gerados na região (45.099 movimentos) é gerado em Silves enquanto o município é apenas destino de 4,9% dos mesmos movimentos. Além disso, a referida Figura mostra que Silves tem realmente um carácter distribuidor dado que origina volumes de deslocação superiores a 100 habitantes com cinco municípios, sendo que três deles são superiores a 600 habitantes, Albufeira (2.903 habitantes), Lagoa (829 habitantes) e Portimão (657 habitantes). Além disso essa distribuição não é uniforme, dado que como o Quadro 4.3 mostra, 54,4% do volume gerado em Silves tem como destino o município de Albufeira. O equilíbrio referido anteriormente entre Vila do Bispo, Lagos e Portimão verifica-se também na mesma ordem de grandeza entre Portimão, Silves e Lagoa.

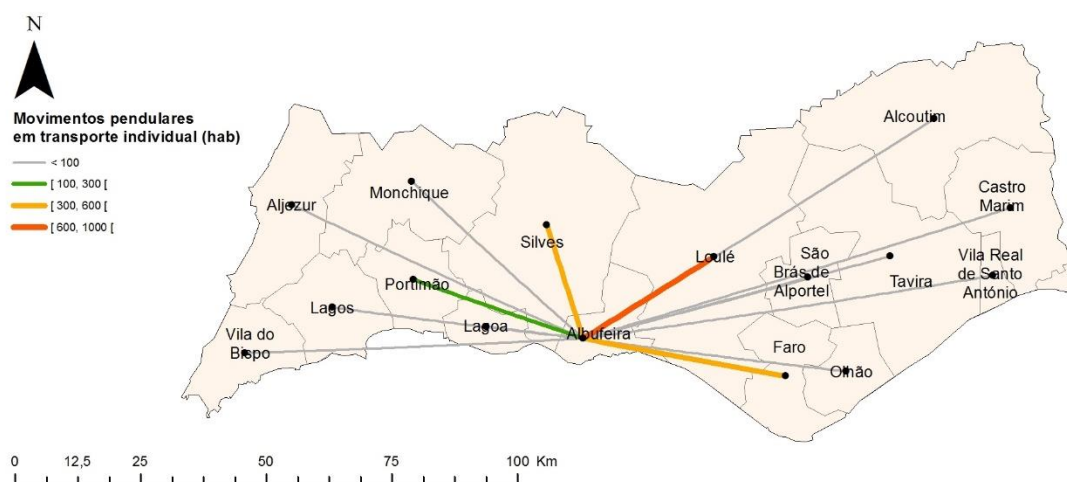


Figura 4.10 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Albufeira (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.10 mostra que o município de Albufeira origina movimentos pendulares em transporte individual superior a 100 habitantes com apenas quatro dos municípios da região sendo a ligação com

Loulé aquela que tem maior expressão (882 habitantes), seguindo-se Faro (487 habitantes), Silves (434 habitantes) e Portimão (261 habitantes). Neste caso, relacionando a Figura 4.9 e Figura 4.10, verifica-se que o volume de deslocações em transporte individual de Silves para Albufeira (2.903 habitantes) é 6,7 vezes superior ao volume gerado de Albufeira para Silves (424 habitantes), colocando uma enorme pressão sobre o município de Albufeira que se poderá traduzir em congestionamento. Como se verá mais adiante neste capítulo, esta desproporção está relacionada com a motriz hoteleira que se desenvolveu em Albufeira entre 2001 e 2011, motriz que atrai a população nos municípios fronteiriços.

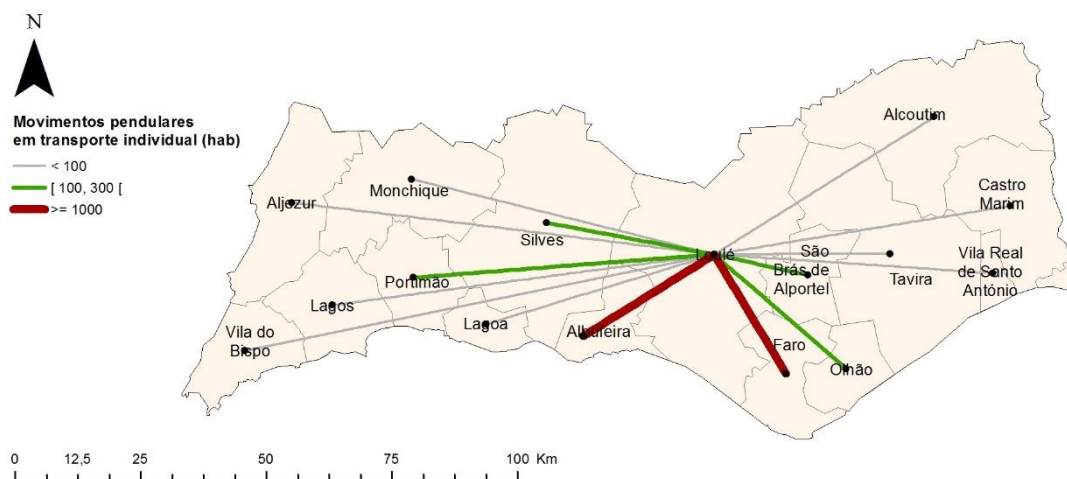


Figura 4.11 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Loulé (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.11 mostra que Loulé estabelece com dois dos municípios da região ligações superiores a 1.000 habitantes, 1.172 habitantes no caso de Albufeira e 2.406 no caso de Faro. Entre Loulé e Albufeira (1.172 habitantes) e Albufeira Loulé (882 habitantes) verifica-se que apesar de a ligação estar representada por cores diferentes, ela na verdade é recíproca (precisamente o contrário do que acontece entre os municípios de Silves e Albufeira). Loulé regista ainda um dos menores valores de população que se desloca em transporte individual como passageiro, 13,0%.

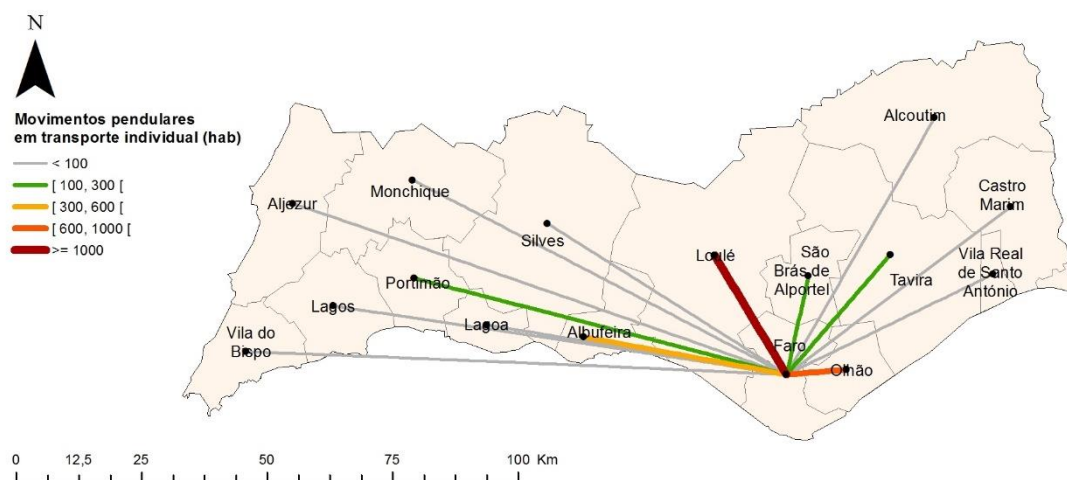


Figura 4.12 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Faro (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.12 mostra que o município de Faro é origem de volumes de deslocação superiores a 100 habitantes com seis municípios, sendo a ligação a Loulé a mais dominante (2.383 habitantes), seguindo-se Olhão (869 habitantes), Albufeira (382 habitantes), São Brás de Alportel (232 habitantes), Tavira (198 habitantes) e Portimão (134 habitantes). Faro regista uma percentagem de população que se desloca como passageiro de 11,0%, idêntica a Loulé. Além disso o volume entre Loulé e Faro é recíproco e mais alto que o registado entre Vila do Bispo, Lagos, Portimão, Lagoa e Silves.

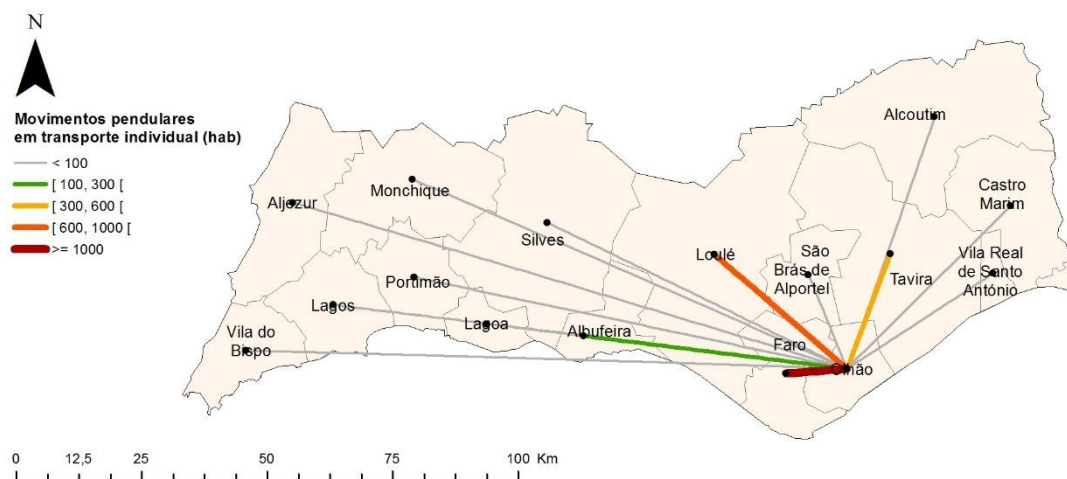


Figura 4.13 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Olhão
(Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.13 esconde um desfazamento entre volumes de deslocação idêntico ao verificado entre Silves e Albufeira. No município de Olhão o volume máximo de origem de habitantes que se desloca em transporte individual verifica-se em Faro (4.740 habitantes), seguindo-se Loulé (777 habitantes), Tavira 391 (habitantes) e Albufeira (141 Habitantes). Analisando a Figura 4.12 verifica-se que Faro apenas origina um volume deslocações em transporte individual de 849 habitantes para Olhão, 5,6 vezes inferior à ligação inversa. Como mostra o Quadro 4.3, 76,0% dos movimentos pendulares gerados em Olhão tem como destino o município de Faro, município que também atrai 57,5% do volume gerado em Loulé e 53,3% de São Brás de Alportel, sendo o único município da região que atrai simultaneamente mais de 50% do volume gerado de três outros municípios e 41,1% de um quarto município (Tavira). Além disso, como mostra a Figura 4.5 é também nestes municípios que se verifica a menor proporção de população que se desloca em transporte coletivo, indicando que existe uma relação entre a intensidade das ligações e modo de deslocação escolhido para realizar essas deslocações. Conforme a intensidade aumenta, reduz-se a proporção de deslocações realizadas em transporte coletivo. Esta situação reflete que a infraestrutura de transporte coletivo pode estar desatualizada, constituindo uma oportunidade para que se crie uma estratégia de mobilidade entre os municípios que se encontram nesta situação, Faro, Loulé, Olhão e São Brás de Alportel.

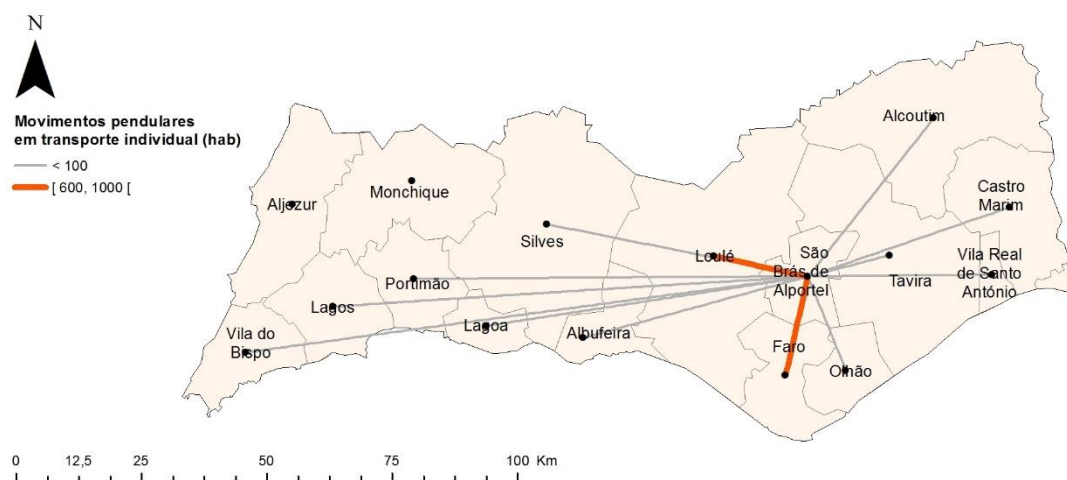


Figura 4.14 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de São Brás de Alportel (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.14, mostra que o município de São Brás de Alportel origina movimentos pendulares em transporte individual superior a 100 habitantes para dois dos municípios da região, verificando-se o máximo em Faro (898 habitantes) e em segundo lugar Loulé (777 habitantes). Este resultado dá ênfase à relação que existe entre estes municípios, referido no ponto anterior.

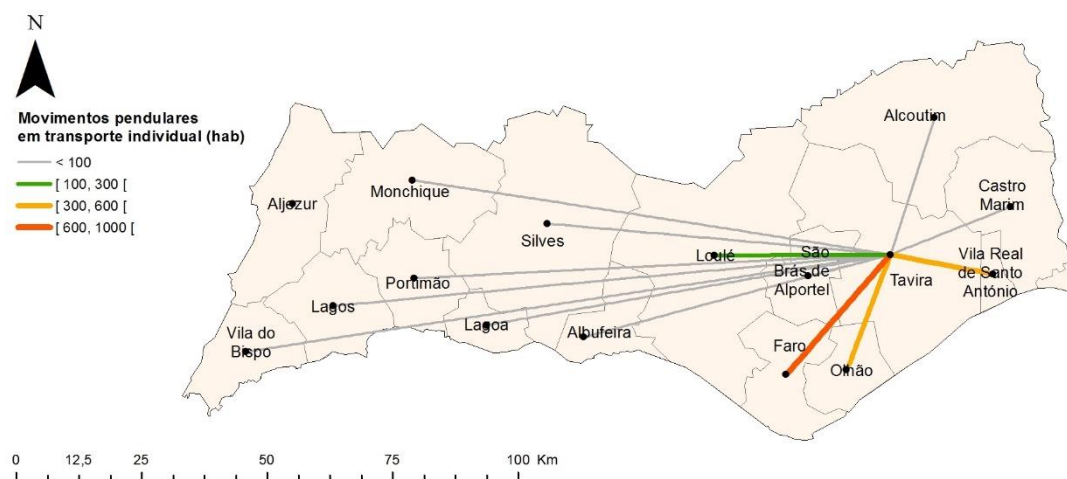


Figura 4.15 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Tavira (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.22 mostra que o município de Tavira estabelece relações de razoável importância com quatro municípios: Faro (760 habitantes), Olhão (398 habitantes), Vila Real de Santo António (312) habitantes e Loulé (200 habitantes). Estes resultados evidenciam que a distribuição da população que se deslocam em transporte individual é uniforme e recíproca entre Faro e Olhão.

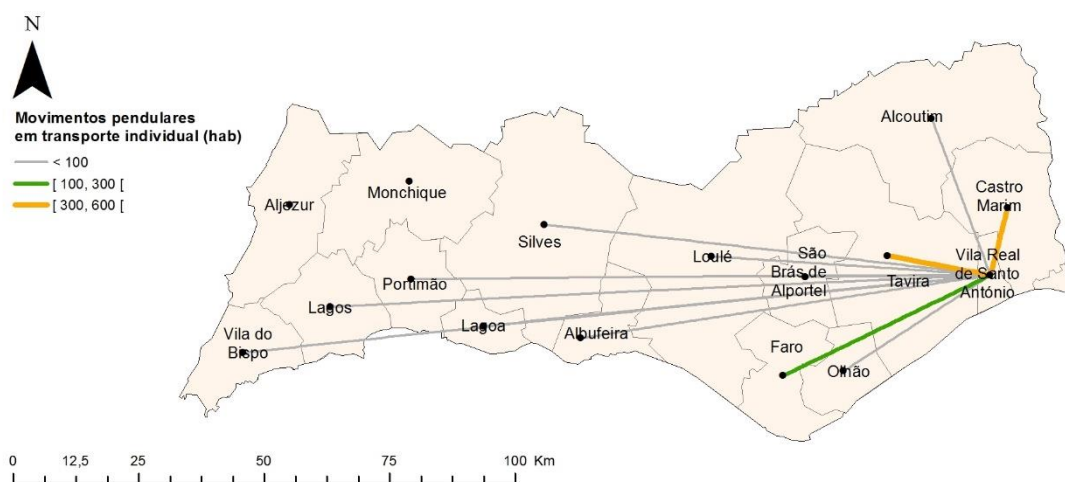


Figura 4.16 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Vila Real de Santo António (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

No caso da Figura 4.16, observa-se que Vila Real de Santo António é origem de 427 habitantes que se deslocam para Castro Marim e 352 habitantes que se deslocam para Tavira.

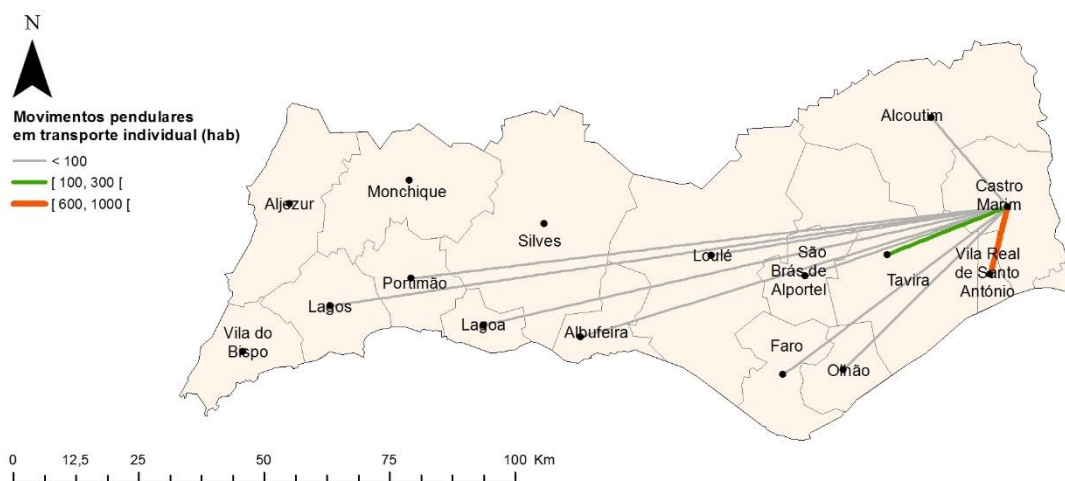


Figura 4.17 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Castro Marim (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Pela Figura 4.17, observa-se que o município de Castro Marim interage com dois municípios da região, Vila Real de Santo António (614 habitantes) e Tavira (198 habitantes). Estes valores mostram que Vila Real de Santo António tem capacidade para atrair alguma da população dos municípios fronteiriços ainda que em pequena escala quanto comparado com Faro e Portimão. No entanto, o Quadro 4.3 mostra que 72,2% dos movimentos pendulares inter-concelhios gerados em Castro Marim tem como destino Vila Real de Santo António.

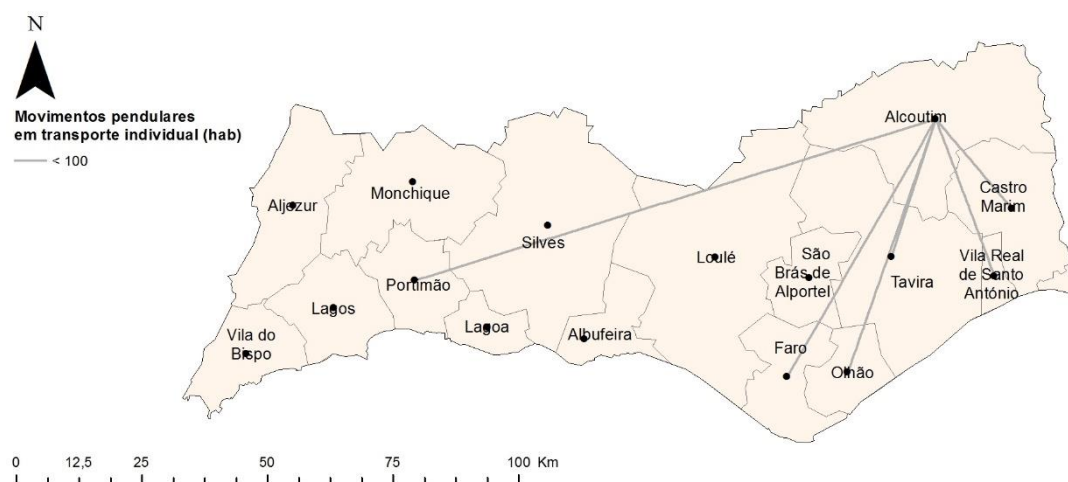


Figura 4.18 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Alcoutim (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Relativamente ao município de Alcoutim, Figura 4.18, indica que o número de deslocações em transporte individual entre outros municípios nunca é superior a 100 habitantes, relacionando-se com o reduzido número de população residente (Figura 4.1) e com o alto índice de dependência total (Quadro 0.8 em Anexo, página 104). Neste caso apesar de parte da população (que é maioritariamente idosa) não ter um padrão de deslocações pendular, com certeza terá necessidade de se deslocar segundo um padrão variável. Esta situação poderá ser alvo de um tipo de transporte flexível que corresponda às necessidades da população residente em Alcoutim.

Quadro 4.4 – Movimentos pendulares concelhios (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2001			2011		
	Nº de deslocações (hab)	Intra-concelhias	Inter-concelhias	Nº de deslocações (hab)	Intra-concelhias	Inter-concelhias
Albufeira	20165	91%	9%	24702	89%	11%
Alcoutim	1342	90%	10%	994	90%	10%
Aljezur	2335	89%	11%	2403	88%	12%
Castro Marim	3105	63%	37%	3024	64%	36%
Faro	35603	89%	11%	37043	86%	14%
Lagoa	12224	72%	28%	12756	67%	33%
Lagos	14578	90%	10%	17008	89%	11%
Loulé	34457	88%	12%	39009	87%	13%
Monchique	3305	77%	23%	2568	76%	24%
Olhão	22807	72%	28%	24857	68%	32%
Portimão	26310	90%	10%	31631	88%	12%
São Brás de Alportel	5385	69%	31%	5914	66%	34%
Silves	18301	74%	26%	19323	68%	32%
Tavira	12735	82%	18%	13115	82%	18%
Vila do Bispo	2790	81%	19%	2690	82%	18%
Vila Real de Santo António	9770	88%	12%	9838	86%	14%
Tempo de deslocação médio (min)	-	16,3	32,2	-	15,9	31,8

O Quadro 4.4 mostra que a variação do quantitativo de movimentos pendulares inter-concelhios aumentou entre 2001 e 2011 por valores que variam entre 1% e 6%. No entanto esta não foi a realidade

dos municípios de Castro Marim, Vila do Bispo e Alcoutim, verificando-se que nestes municípios não existiram alterações ou a relação manteve-se igual. Por outro lado, em 2011, a maioria dos residentes trabalha no município de residência, verificando-se máximos em Albufeira (91%), Alcoutim (90%), Portimão (90%), Lagos (90%), Aljezur (89%), Faro (89%), Loulé (88%), e Vila Real de Santo António (88%). Por outro lado, os municípios de Castro Marim, Lagoa, Olhão, São Brás de Alportel e Silves são aqueles em que a população residente e empregada no mesmo município é menor (entre 60 a 75%).

Relativamente à variação do tempo médio das deslocações intra-concelhias e inter-concelhias entre 2001 e 2011, verifica-se uma redução de 0,4 minutos. Como referido anteriormente, em 2011 a região apresenta um maior quantitativo de residentes que trabalha fora do seu município de residência, que por sua vez demora menos tempos nas suas deslocações, ora estes dados refletem que a generalidade da população se desloca através de um modo de deslocação que é mais rápido, comparativamente ao que utilizava em 2001.

Quadro 4.5 – Evolução dos movimentos pendulares intra-concelhios e modo de deslocação
(Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	Variação 2011-2001 (%)					
	Nº de deslocações	A pé	Motociclo	Automóvel ligeiro	Autocarro	Comboio
Algarve	7,0%	-7,6%	-3,9%	13,8%	-3,0%	0,0%
Albufeira	20,5%	-6,8%	-3,4%	11,7%	-1,6%	0,0%
Alcoutim	-26,1%	-15,0%	-2,1%	25,4%	-7,8%	0,0%
Aljezur	2,5%	-14,0%	-4,7%	22,2%	-4,1%	0,0%
Castro Marim	-1,8%	-11,7%	-6,0%	22,2%	-6,0%	0,0%
Faro	1,0%	-6,3%	-2,0%	9,7%	-1,9%	0,0%
Lagoa	-2,7%	-7,1%	-4,3%	19,0%	-8,0%	0,0%
Lagos	15,5%	-4,9%	-3,3%	11,6%	-4,1%	0,0%
Loulé	12,0%	-6,9%	-2,7%	13,9%	-4,3%	0,0%
Monchique	-23,8%	-13,9%	-3,5%	20,5%	-3,3%	0,0%
Olhão	3,4%	-6,7%	-6,1%	14,6%	-3,4%	-0,1%
Portimão	17,1%	-6,4%	-4,0%	10,8%	-0,7%	0,0%
São Brás de Alportel	6,1%	-5,9%	-5,9%	14,3%	-3,2%	0,0%
Silves	-3,0%	-11,0%	-4,1%	18,0%	-2,6%	-0,5%
Tavira	3%	-11,9%	-6,5%	21,0%	-4,4%	0,6%
Vila do Bispo	-2,0%	-7,7%	-7,0%	16,0%	-3,8%	0,0%
Vila Real de Santo António	-1,2%	-3,7%	-6,2%	8,8%	-3,0%	-0,1%

Segundo o Quadro 4.5, observa-se que o número de deslocações intra-concelhias registadas em 2011 aumentaram em Albufeira (21%), Portimão (17%), (Lagos 15%) e Loulé (12%) e diminuíram em Alcoutim (26%) e Monchique (24%). Em todos os municípios registou-se uma redução do número de deslocações intra-concelhias que são realizada a pé e em transporte coletivo, sendo que no caso do comboio a variação aparentemente não se alterou pois já em 2001 o número de deslocações neste modo era muito reduzido.

Quadro 4.6 – Evolução dos movimentos pendulares inter-concelhios e modo de deslocação
(Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	Nº de deslocações	Variação 2011-2001 (%)				
		A pé	Motociclo	Automóvel ligeiro	Autocarro	Comboio
Algarve	23,1%	-0,3%	-2,5%	12,0%	-8,1%	-0,6%
Albufeira	41,7%	-2,1%	-1,2%	14,6%	-10,3%	0,3%
Alcoutim	-24,0%	-3,9%	2,3%	27,4%	-25,8%	0,0%
Aljezur	6,4%	-0,5%	-1,9%	14,7%	-11,9%	0,0%
Castro Marim	-4,0%	0,5%	-5,9%	10,2%	-4,0%	-0,7%
Faro	28,1%	-0,3%	-1,5%	10,4%	-7,5%	-0,1%
Lagoa	22,7%	0,3%	-5,7%	10,5%	-5,2%	-0,1%
Lagos	27,8%	-1,0%	-2,2%	7,6%	-4,5%	1,0%
Loulé	22,1%	-0,5%	-1,8%	11,6%	-8,6%	0,0%
Monchique	-17,1%	-0,9%	0,0%	21,5%	-20,3%	-0,3%
Olhão	23,5%	-0,2%	-2,0%	12,1%	-9,0%	-0,6%
Portimão	48,1%	-0,2%	-1,8%	11,4%	-8,8%	-0,1%
São Brás de Alportel	18,0%	0,1%	-1,1%	3,0%	-1,2%	0,1%
Silves	29,0%	0,2%	-3,1%	15,1%	-10,5%	-1,4%
Tavira	3,1%	-0,6%	-3,6%	15,1%	-6,2%	-3,9%
Vila do Bispo	-10,3%	-0,1%	-2,1%	7,8%	-5,2%	-0,6%
Vila Real de Santo António	14,3%	0,0%	-3,3%	6,5%	-2,8%	-0,5%

No caso dos movimentos pendulares inter-concelhios e de acordo com o Quadro 4.6, o volume total de deslocações verificados em 2011 são superiores aos verificados em 2001 à exceção de Alcoutim, Castro Marim, Monchique e Vila do Bispo que apresentam variações negativas. Entre 2001 e 2011, os municípios de Portimão e Albufeira são os que apresentam maior crescimento das deslocações para o exterior, com cerca de 48% e 42% respetivamente.

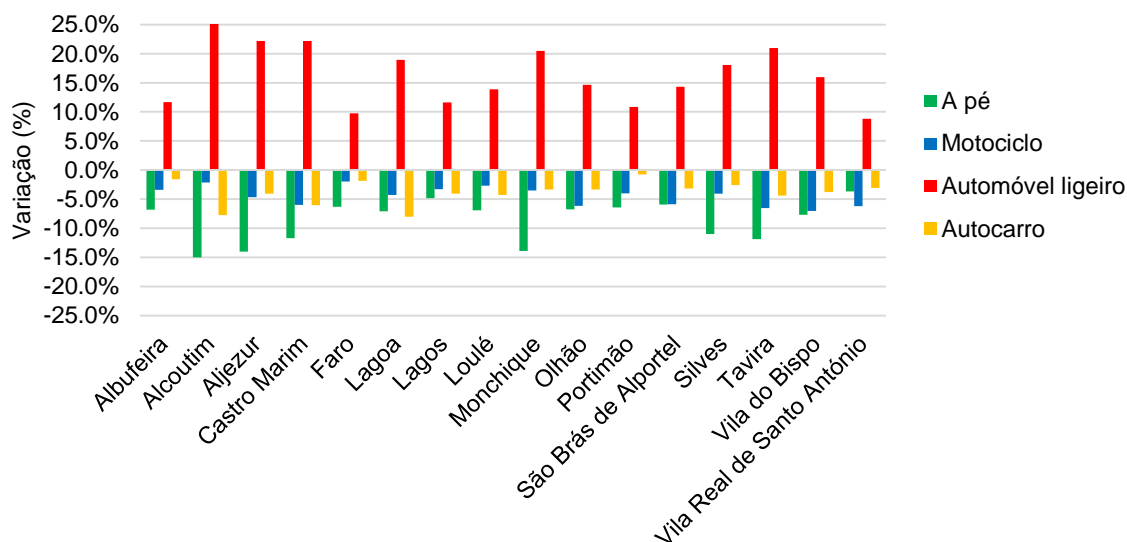


Figura 4.19 – Evolução dos movimentos pendulares intra-concelhios e modo de deslocação
(Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 4.19 ilustra o que foi mencionado anteriormente: o transporte individual como modo de deslocação em movimentos pendulares intra-concelhios regista um crescimento, verificando-se uma relação entre a diminuição do número de residentes que se deslocam a pé e o aumento de residentes

que se deslocam em automóvel ligeiro. Essas variações foram maiores nos municípios de Alcoutim, Aljezur, Castro Marim, Lagoa, Monchique e Tavira.

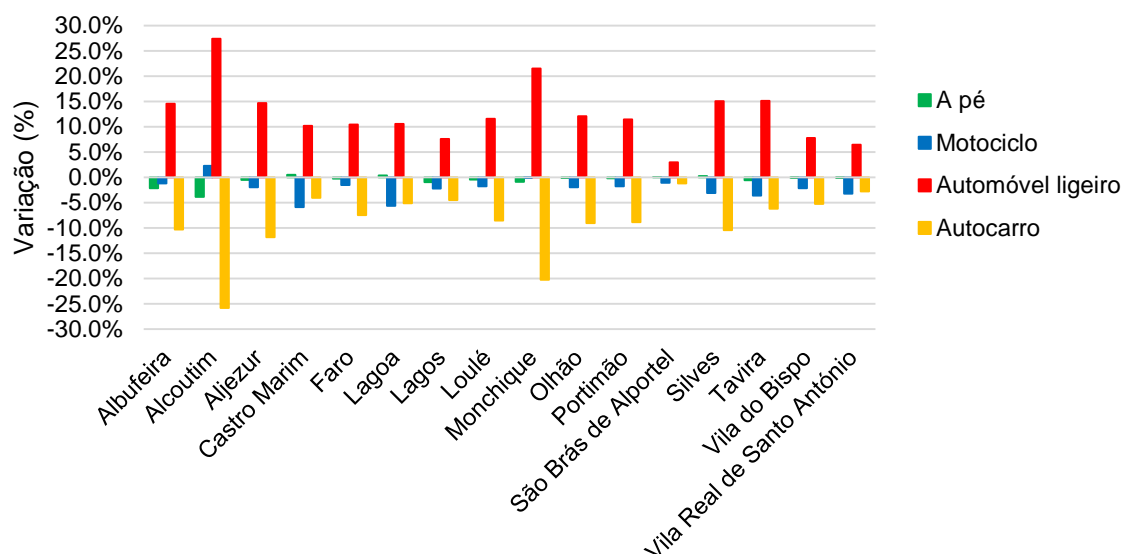


Figura 4.20 – Evolução dos movimentos pendulares inter-concelhios e modo de deslocação
(Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

No caso dos movimentos pendulares inter-concelhios, a Figura 4.20 mostra que em todos os municípios se registou um crescimento significativo do uso do automóvel ligeiro e uma redução da utilização do transporte coletivo (autocarro e comboio). No geral, também se assistiu no mesmo período à redução das deslocações a pé e em motociclo na maioria dos municípios com exceção dos municípios de Castro Marim, Lagoa, São Brás de Alportel e Silves.

Esta situação verificada em ambos os tipos de movimentos pendulares constitui uma oportunidade para as soluções de transporte que visam a descarbonização do transporte individual uma vez que, não só utilização deste modo de transporte cresceu em prol dos restantes como também aumentou o número de residentes que realizam movimentos pendulares.

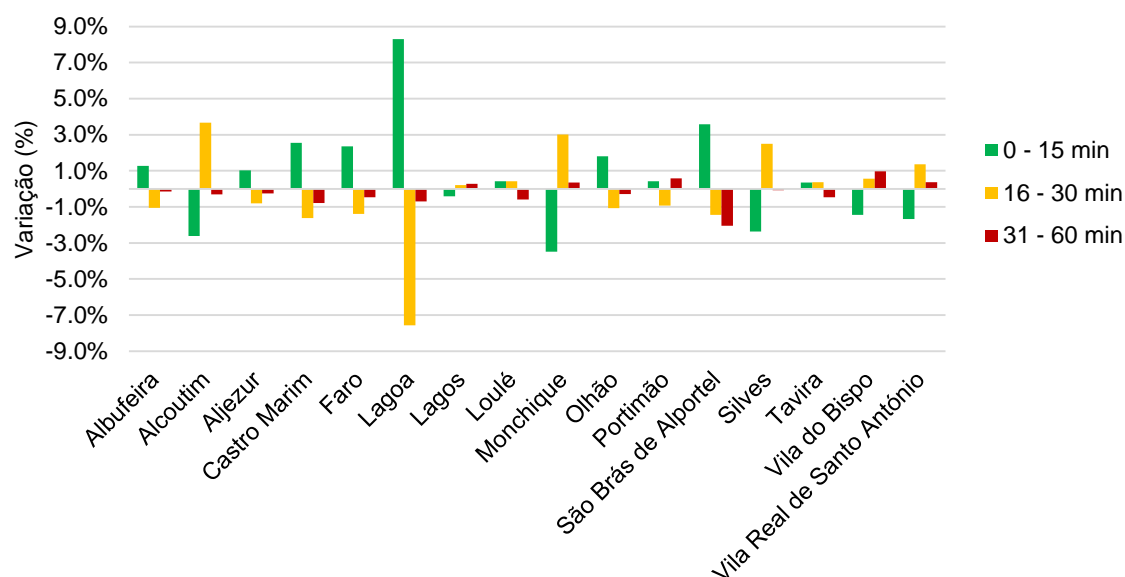


Figura 4.21 – Evolução dos movimentos pendulares intra-concelhios e tempo de deslocação
(Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Relativamente ao tempo de deslocação dos movimentos pendulares intra-concelhios, a Figura 4.21 mostra que a maior variação ocorreu no município de Lagoa, em que as deslocações que demoravam entre 0 -15 minutos aumentaram 8,3% e as que demoravam 16-30 minutos diminuíram 7,6%, podendo estar relacionadas com alterações de trajeto, melhorias da infraestrutura ou utilização do veículo ligeiro. O mesmo aconteceu nos municípios de Albufeira, Castro Marim, Faro, Olhão e São Brás de Alportel que registaram crescimento da variação de deslocações entre 0-15 minutos de 2% a 4% e decréscimo da variação de deslocações entre 16-30 minutos de 1% a 2%. Como mostra a Figura 4.5, este conjunto de municípios (exceto Albufeira) apresenta também a menor proporção de população residente que se desloca em transporte coletivo (entre 5% e 10%). Este facto sugere que o automóvel ligeiro possa ter proporcionado esta redução de tempo, caso em que, uma vez verificado a melhoria das condições de circulação (a redução de tempo) as soluções de descarbonização do setor dos transportes podem contribuir para a redução de emissões de gases com efeito de estufa.

O contrário aconteceu com os municípios de Alcoutim, Monchique, Silves, Vila do Bispo e Vila Real de Santo António, que registaram um decréscimo da variação de deslocações entre 0-15 minutos de 2% a 4% e um crescimento da variação de deslocações entre 16-30 minutos de 1% a 4%. Como mostra a Figura 4.19 estes municípios exibem variações negativas de 10% a 15% do número de deslocações a pé, sugerindo que a população residente esteja empregada tipicamente mais longe no ano de 2011 do que estava em 2001.

Por outro lado, pelo Quadro 4.5, verifica-se que nos municípios referidos se reduziu do número de deslocações face a 2001 e a Figura 0.12 em Anexo página 107 indica que estes municípios exibem reduções da taxa de emprego de 5% a 15%. Este facto poderá ser uma reação do setor do transporte quando o município deixa de ser economicamente atrativo, reduzindo a densidade de emprego e oportunidades. Nesta situação as soluções tecnológicas de transporte flexível podem ajudar a população que permanece no município (tipicamente a camada com mais de 65 anos, Figura 0.5 em

Anexo página 102, município de Alcoutim) ou apoiar uma nova estratégia que revitalize os municípios nesta situação, nomeadamente que suporte o turismo.

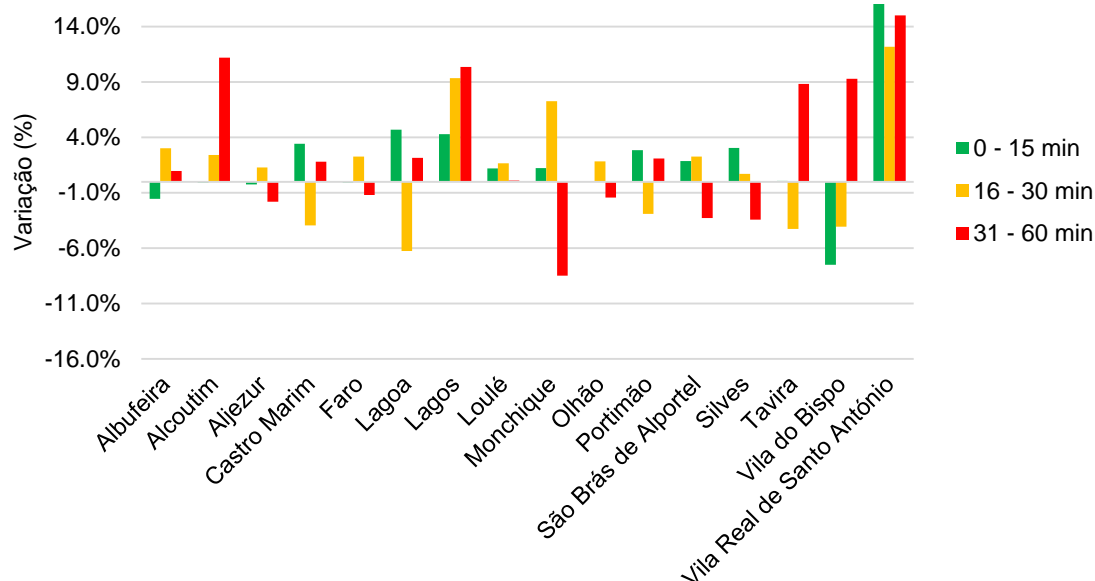


Figura 4.22 – Evolução dos movimentos pendulares inter-concelhios e tempo de deslocação
(Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Quanto aos movimentos pendulares inter-concelhios a Figura 4.22 mostra uma grande disparidade de resultados. Nos municípios de Alcoutim, Lagos, Távira Vila do Bispo e Vila Real de Santo António, o número de deslocações que demorava entre 31-60 minutos aumentou consideravelmente (10,0% 15,0%). Ainda nos municípios de Lagos e Vila Real de Santo António, também os outros dois intervalos de tempo considerados aumentaram (5% a 15,0% as deslocações que demoravam 0-15 minutos e 9,0% a 12% as deslocações que demoravam 16-30 minutos).

No caso de Monchique diminuiu o número de deslocações que demoravam 31-60 minutos em 8%, aumentou o número de deslocações que demoravam de 0-15 minutos em 1% e de 16-30 minutos em 7%. No município de Lagoa verifica-se a diminuição das deslocações que demoravam 16-30 minutos (6%) em prol do crescimento das deslocações que demoravam 0-15 minutos (5%).

Nos restantes municípios, Albufeira, Aljezur, Castro Marim, Faro, Olhão, Portimão, São Brás de Alportel e Silves, as variações verificadas são relativamente pequenas, entre 2-4%.

4.2.3. Caracterização das infraestruturas de transporte coletivo

Os setores de transportes complementares à rede rodoviária na região do Algarve são a rede ferroviária, rede fluvial e aeroportos. Relativamente à rede ferroviária, segundo [85] é constituída por um linha regional entre Lagos e Vila Real de Santo António e por uma outro linha inter-regional entre Tunes e Lisboa. Segundo a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região do Algarve, atualmente a linha ferroviária encontra-se eletrificada no trajeto Lagos-Faro e mais recentemente (em 2015) o trajeto Faro-Vila Real de Santo António. Além disso o trajeto Lagos-Faro encontra-se dotado de sinalização eletrónica e a quase totalidade da rede algarvia está renovada com travessa de betão e barra longa soldada. O PETI3+ prevê até 2020 a total eletrificação da infraestrutura ferroviária da região,

deixando de fora a ligação ao aeroporto de Faro. Segundo as recentes estatísticas da região (Anuários do Algarve), o número de passageiros transportados pela linha ferroviária tem vindo a aumentar consecutivamente desde 2011, podendo este facto estar ligado ao abrandamento económico português e sobretudo devido à introdução de portagens na autoestrada A22.

No caso da infraestrutura fluvial, a região tem um porto em Faro e outro em Portimão sendo que ambos estão dimensionados para a importação e exportação de bens consumíveis. No entanto, segundo [86] o porto de Portimão tornou-se o local de receção de variados cruzeiros turísticos. O referido documento adianta que existem planos para expansão de ambos os portos procurando aumentar o número de cruzeiros turísticos que utilizam os portos do Algarve. Esta estratégia pode ser uma oportunidade para as soluções que visam a descarbonização do setor dos transportes. Existem ainda na região um conjunto de marinas, portos de recreio e docas simples, que verificaram crescimento relacionado com o crescimento imobiliário. A infraestrutura fluvial de transporte coletivo existe nos municípios de Olhão, Faro e Tavira que de acordo com [86] têm carácter sazonal, cerca de 66% do total anual de passageiros transportados é realizado no mês de Julho e Agosto. Apesar do que foi referido acerca do porto de Portimão receber cruzeiros turísticos, o [87] indica que em 2014 nenhum dos portos do distrito recebeu passageiros nem exportou nenhuma mercadoria.

Do setor aéreo da região do Algarve fazem parte o aeroporto de Faro e o Aeródromo de Portimão. O aeroporto de Faro transporta passageiros e mercadorias, no entanto o volume de mercadorias segundo [86] não tem expressividade. No caso do transporte de passageiros, os voos internacionais representavam em 2002 92% da atividade do aeroporto. Segundo [87] esta situação mantém-se dado que em 2014 o aeroporto recebeu 21.233 aviões de passageiros, 19.196 dos quais de cariz internacional. Foram transportados 6.168.868 passageiros sendo 5.837.307 passageiros em voos internacionais e apenas 55.282 eram passageiros em trânsito, isto é, utilizaram o aeroporto de Faro para fazer escala e não para ficarem na região. À semelhança do que o transporte fluvial experienciava, também o aeroporto de Faro apresenta sinais de sazonalidade em que, segundo [86], no mês de Agosto de 2002 se transportou 14,4% do total anual de passageiros enquanto em Janeiro de 2002 se transportou 2,4% do total anual de passageiros. Em termos comparativos, o aeroporto de Lisboa vê o seu tráfego reduzido para metade consoante a época alta e época baixa.

4.3. Indicadores relativamente ao planeamento visando a descarbonização do setor energético

Relativamente aos instrumentos de planeamento energético, o PNAEE 2016 (revisão do PNAEE anterior 2008-2015) prevê três programas, para os próximos anos, na área dos transportes: o Eco Carro onde se pretende aumentar a eficiência energética dos veículos; a Mobilidade Urbana, que pretende aumentar o uso de transportes coletivos e modos de mobilidade suaves em detrimento do transporte motorizado individual; e o Sistema de Eficiência Energética nos Transportes que visa aumentar a utilização da rede ferroviária e gerir a utilização energética das frotas de transportes. Este conjunto de medidas pretende em 2020 ter reduzido as emissões de CO₂ em 422.441 toneladas e economizado 136.777 tep de energia elétrica. Para monitorizar estas áreas o [88] propõe o seguinte conjunto de indicadores:

- Consumo de energia dos veículos ligeiros (gep) por passageiro;
- Consumo de energia dos veículos ligeiros (l) por 100 km percorridos;
- Consumo de energia do transporte ferroviário de passageiros (gep) por passageiro-km transportados (pkm);
- Quota do transporte público no total de passageiros-km transportados (%);
- Consumo de energia de veículo (tep) rodoviários por carro equivalente;
- Consumo de energia no setor dos transportes;
- Consumo de energia por modo de transporte.

4.4. Estratégia regional

O modelo territorial proposto em [89] promove a descentralização da faixa costeira, sugerindo novos eixos de articulação mais próximo da fronteira com a região do Alentejo e ligando os municípios no norte da região. Promove ainda o reforço das ligações entre três aglomerações urbanas definidas no modelo territorial. A aglomeração a Oeste da região onde se inserem os concelhos de Lagos, Portimão, Lagoa e Sines. A aglomeração no centro da região onde se localizam os concelhos de Loulé, São Brás de Alportel, Faro e Olhão. Por último a aglomeração a Este, junto à fronteira com Espanha, de que fazem parte os concelhos de Castro Marim e Vila Real de Santo António.

4.5. Enquadramento regional

De acordo com [90], consideram-se existir quatro polos exteriores à região que condicionaram e continuarão a condicionar no futuro o percurso da região, e com os quais foi criando relações de dependência que hoje marcam as dinâmicas regionais fortemente condicionadas pelo equilíbrio que existe, ou não, naqueles quatro polos. O polo mais próximo da região, inserido em território português, é a região de Lisboa e Vale do Tejo. Este polo tem um carácter estruturante da economia nacional e por consequente, da economia regional do Algarve. Além disso, a região de Lisboa e Vale do Tejo é emissora de fluxos de indivíduos que têm no Algarve as suas segundas residências e que nelas disfrutam de estadas mediantemente prolongadas. Dois outros polos estão relacionados com o turismo, países como Alemanha, Reino Unido e Holanda, são emissores de fluxos de turistas e países do Mediterrâneo são concorrentes com a oferta algarvia. O quarto polo diz respeito à região de Andaluzia que está muito presente no mercado Algarvio nas áreas da agricultura e construção civil.

4.6. Setor do turismo

O Plano Estratégico Nacional do turismo (PENT) 2013-2015 é uma revisão do plano inicial desenvolvido para o horizonte temporal 2006-2015, aprovado pelo Resolução de Conselho de Ministros n.º 53/2007 [91]. A revisão tem por objetivo adaptar a estratégia nacional do turismo, tendo em conta a evolução ocorrida neste setor, adaptando-se à situação económica europeia atual. De seguida são enunciados aqueles produtos que segundo [92] e [93], têm maior potencial de serem explorados na região do Algarve:

- Circuitos turísticos, turismo de natureza e turismo rural – A paisagem da serra do Algarve, a Rede Natura, e o património histórico da região, são elementos que acrescentam valor a este tipo de turismo;

- Gastronomia – Acrescenta valor e complementa outras atividades de turismo.

Os produtos já consolidados oferecidos pelo Algarve e que devem continuar a fazer parte da sua estratégia são:

- Sol e mar – Apesar de sazonal, as várias praias de Bandeira Azul e o número de horas de sol durante o verão, são fatores que favorecem este tipo de turismo na região do Algarve;

- Golfe¹² – O clima algarvio permite que esta atividade decorra durante grande parte do ano;

- Turismo Náutico – Marinas e portos de recreio, permitem à região tirar partido da sua vasta costa marítima.

O PENT considera que o transporte de passageiros poderá ter um papel preponderante no turismo regional, adaptando-se à nova realidade energética europeia e indo de encontro à estratégia de diversificação para a região. A única observação em relação ao transporte de passageiro é relativa ao aeroporto de Faro, apontando-se a possibilidade de ligar esta infraestrutura a aeroportos de distribuição europeia, como o aeroporto de Frankfurt ou Londres. Verificando-se ou não esta ligação, é importante dar-se continuidade ao percurso dos utilizadores do aeroporto até ao seu destino final a partir do sistema de transporte regional.

Por outro lado, a estratégia expressa no PROTAL [86] pretende promover a não sazonalidade do turismo, dando continuidade ao investimento neste setor, apostando essencialmente em qualidade e diversidade não só ao nível das opções de lazer que pretende proporcionar, mas também diversidade ao nível da procura, nomeadamente turismo gastronómico, cultural, sénior, ativo e desportivo, turismo de congressos e eventos, turismo de clima, rural e ecoturismo. É visto como ameaça à sustentabilidade do turismo no Algarve o excesso de oferta no segmento sol e praia e a baixa procura entre os meses novembro a março fruto da sazonalidade. A curto-médio prazo, a “Administração Central” pretende criar um contexto político favorável ao levantamento das condicionantes territoriais e administrativas para a imobiliária de lazer, para a construção de empreendimentos turísticos e para a construção de novos empreendimentos de golfe mostrando a intenção da região de aumentar a oferta para mercado doméstico de fim-de-semana, criar infraestruturas dedicadas ao turismo de família e empresarial e por último alargar a sua posição no mercado de golfe. Esta orientação para o desenvolvimento deve no entanto valorizar a energia endógena, desenvolvimento sustentável e promover a coesão territorial através de um sistema de transportes sustentável.

A intenção levantada anteriormente, é uma diretriz que exige da região melhor organização ao nível dos transportes e acessibilidades dado que os centros urbanos irão desempenhar funções de serviço, devendo apresentar qualidade ao nível da experiência turística. O PROTAL refere também a possibilidade de criar ciclovias e vias pedonais que favoreçam o turismo, bem como criar opções de transporte público junto do aeroporto, marinas e portos que sirvam o também o propósito do turismo.

¹² A região já foi condecorada com o prémio IAGTO *Golf Destination of the Year* e *Golf Resort of the Year* em 2006, 2007 e 2009

Aquando da realização do PROTAL, os concelhos com maior capacidade de alojamento turístico são Albufeira (6.922), Loulé (5.134), Portimão (3.643), Lagoa (2.370), Vila Real de Santo António (1917), Lagos (1.638) e Silves (882). Lagoa foi aquele concelho que maior variação registou de 1991 até 2001 (+400%). Albufeira, Loulé e Portimão representaram 85% de todos os estabelecimentos hoteleiros da região, indicando o quão pouco dispersa esta a atividade na região. As projeções sobre o turismo para a região do Algarve são positivas, esperando-se um aumento de 2,9% ao ano das dormidas nacionais e de 5,5% ao ano das dormidas internacionais, ambos em relação ao ano de 2012.

4.7. Setor energético

À data da realização do Plano Energético Regional (1990), na qual se baseia [94], é referido que as maiores necessidades energéticas regionais algarvias residiam nos setores dos transportes, doméstico e restauração. Sendo que a principal fonte de energia dos setores atrás mencionados, tinha origem petrolífera.

Por outro lado, é analisado o potencial de exploração de energia solar e eólica, sendo na energia solar que reside maior potencial. Segundo [94], Portugal é o país da Europa com maior insolação e maior quantidade de radiação global, e Faro é o distrito que apresenta melhores valores nos referidos parâmetros em Portugal. O panorama da energia eólica é idêntico, existindo maior potencial para captação de energia na zona oeste da região Algarvia. Atualmente existem dois projetos eólicos em atividade no município de Vila do Bispo, que conjugados representam 1% do potencial eólico da região.

De acordo com [94], os consumos de energia elétrica na região do Algarve são previstos aumentar nos próximos anos e aponta a necessidade de essa energia ser conseguida através de centros produtores de energia renovável, por forma a atingir objetivos relacionados com a diminuição de emissão de gases com efeito de estufa, sendo essa a orientação definida pelo PROTAL.

4.8. Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território

Este programa refere algumas opções estratégicas de carácter territorial para a região do Algarve, relevantes para o interesse de esta dissertação.

A região do Algarve, segundo [22], está fortemente internacionalizada dada a sua atividade turística, cujo desenvolvimento se deu maioritariamente ligado a fatores territoriais, como o clima, sol e praia. Este modelo fez do Algarve uma região com uma intensão ocupação da faixa litoral e um quase despovoamento da zona interior.

Uma estratégia de desenvolvimento a longo prazo para esta região, deve passar por:

- Qualificação e diversificação das atividades do turismo e do lazer por toda a região;
- Investimento nas infraestruturas de conhecimento e em espaços que propiciem atividades empresarias;
- Criar um modelo de mobilidade sustentável que suporte o desenvolvimento policêntrico da região;
- Atrair funções terciárias para a região;
- Valorização do Guadiana e estruturação do sistema urbano da fronteira com Espanha;

- Proteger e valorizar o património cultural da região;
- Procurar inverter a produção imobiliária e promover a reabilitação;
- Controlo do despovoamento da serra e criar um modelo de ocupação com polos atractores;
- Valorização do mar e das atividades com ele relacionado.

4.9. Análise SWOT

Neste capítulo procura-se organizar a informação analisada ao longo deste capítulo, procurando organiza-la através de metodologia SWOT (pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças).

Quadro 4.7 – Análise SWOT

	Pontos Fortes	Pontos Fracos	Oportunidades	Ameaças
Dinâmica populacional	<ul style="list-style-type: none"> - A população residente na região cresceu 14,1% entre 2001 e 2011; - Albufeira, Lagos e Portimão experienciaram um crescimento da população residente superior a 20%; - O número de residentes com nacionalidade estrangeira cresceu 104,3% entre 2001 e 2011; - Os municípios de Faro, Olhão, Portimão e Vila Real de Santo António apresentam em 2011 densidade populacional superior a 300hab/Km2; - A densidade habitacional cresceu em todos os municípios; 	<ul style="list-style-type: none"> - A população distribui-se de forma assimétrica, 40,1% da população no Algarve habita nos municípios de Loulé, Faro e Portimão; - Alcoutim, Monchique e Vila do Bispo verificaram um decréscimo da população residente; - A densidade habitacional cresceu mais do que a densidade populacional em todos os municípios; - Alcoutim, Aljezur, Castro Marim, Loulé, Monchique, São Brás de Alportel, Silves, Tavira e Vila do Bispo apresentam uma densidade populacional inferior a 100hab/Km2 	<ul style="list-style-type: none"> - Soluções de transporte coletivo de baixo carbono tornam-se economicamente viáveis em maiores densidades dado a concentração da procura; - A densidade populacional favorece as deslocações a pé e em bicicleta; - A baixa densidade propicia a possível aplicação de soluções de transporte flexível; - A população estrangeira poderá permitir implementar novas soluções de mobilidade; 	<ul style="list-style-type: none"> - A distribuição da população residente assimétrica reduz a viabilidade económica de uma solução de transporte coletivo regional; - Sazonalidade da procura afeta a relação entre população residente e população residente temporária dada a diferença entre padrão de deslocação; - A contínua redução de população residente em alguns municípios e a migração para a zona costeira região, favorece a alteração modal para transporte individual e reduz a sinergia entre o setor dos transportes e outros setores (turismo por exemplo);
Estrutura etária e índices de dependência	<ul style="list-style-type: none"> - Os municípios com maior número de residentes da região (Albufeira, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Olhão e Portimão) apresentam os menores índices de dependência total e os maiores índices de dependência de jovens; - Na generalidade dos municípios o escalão etário 0-14 anos é maior que o 15-24 anos; Lagos, Portimão e Lagoa apresentam pirâmides etárias idênticas e o mesmo acontece com Loulé, Faro e Olhão; - Albufeira é o município em que o escalão 65+ anos é menor; 	<ul style="list-style-type: none"> - Nos municípios que fazem fronteira com Lagos, Portimão, Lagoa, Loulé, Faro, Olhão e Albufeira (Alcoutim, Aljezur, Monchique, São Brás de Alportel, Silves, Tavira e Vila do Bispo) observa-se a diminuição da camada jovem e aumento da camada idosa; - O índice de dependência total é superior a 50% em todos os municípios exceto Albufeira e Faro e aumentou em todos os municípios exceto Albufeira e Aljezur; - A análise das faixas etárias revela uma quebra generalizada no escalão 15-24anos; 	<ul style="list-style-type: none"> - Albufeira, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Olhão e Portimão (mais altos índices de dependência de jovens) são municípios com oportunidade para alteração de modo modal a pé, bicicleta e transporte coletivo - a médio prazo essa oportunidade é maior dado o escalão 0-14 anos ser maior que o escalão 15-24 anos. Os mesmo municípios, também verificam os menores índices de dependência total, oferecendo melhor relação custo/benefício para as soluções de transporte coletivo e individual; - O equilíbrio a nível etário verificado entre Lagos, Lagos e Portimão e Faro, Loulé e Olhão proporciona a aplicação de estratégias de transporte intermunicipais; 	<ul style="list-style-type: none"> - O fato de o escalão 15-24 anos a nível regional ser diminuto (8% a 12%), compromete alterações modais e aplicação de novas soluções de transporte a curto prazo; - O aumento do índice de independência de idosos dificulta a proliferação de soluções de transporte individual de descarbonização, pois acarretam custos a curto prazo para habitantes cujo rendimento estagnou;

	Pontos Fortes	Pontos Fracos	Oportunidades	Ameaças
Taxa de atividade e estrutura da população ativa	<ul style="list-style-type: none"> - Albufeira, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Silves, Olhão e Portimão e Vila real de Santo António apresentam taxas de atividade superiores a 55%; - Albufeira apresenta uma taxa de atividade de 66%; 	<ul style="list-style-type: none"> - Alcoutim, Aljezur, Monchique apresentam taxas de atividade inferiores a 45%; - Alcoutim apresenta uma taxa de atividade de 35%; A taxa de atividade é assimétrica; 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver novos modelos de negócio para a mobilidade urbana e intermunicipal; 	<ul style="list-style-type: none"> - Taxas de atividade poderão ser sinónimos de congestionamento se o transporte individual for dominante. Pode também resultar em perda de qualidade (tempo) para o transporte coletivo rodoviário se a infraestrutura for partilhada;
Evolução do emprego e setores de atividade económica	<ul style="list-style-type: none"> - O emprego cresceu 3% na região, 14% em Albufeira, 9% em Loulé, 8% em Lagos e 8% em Portimão; - O Setor terciário cresceu em todos os setores económicos; 	<ul style="list-style-type: none"> - O emprego diminuiu em 26% em Alcoutim, 23% em Monchique, 7% em Vila Real de Santo António, 5% em Vila do Bispo e 4% em Castro Marim; - O setor primário e secundário desceu em todos os municípios 	<ul style="list-style-type: none"> - Oportunidade para uma estratégia de transporte unificada regional que possa, nos municípios em que o emprego floresce servir a população empregada no setor terciário e a população que consome produto gerado pelo setor, enquanto conecta esses municípios aos restantes que viram o seu emprego reduzido diminuindo a barreira existente e potencialmente inverter a tendência; - Produção de biocombustíveis nos terrenos vítimas do declínio do setor primário; 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de diversificar os setores de atividade económica articulando os pólos geradores com as soluções de mobilidade

	Pontos Fortes	Pontos Fracos	Oportunidades	Ameaças
Indicadores de atração turística	<ul style="list-style-type: none"> - Albufeira oferece 1189,7 alojamentos por 1000 habitantes; - O número de alojamentos em estabelecimentos hoteleiros subiu em todos os municípios; - A região do Algarve representa 34,5% do turismo em Portugal em 2014; - Os municípios com maior número de residentes são também aqueles que mais alojamento hoteleiro oferecem; 	<ul style="list-style-type: none"> - A oferta de alojamento turístico é assimétrico, a zona costeira oferece substancialmente mais; - Albufeira regista em 2014 43,5% do total de dormidas do Algarve; - Albufeira, Lagoa, Lagos, Loulé e Portimão, combinados atraem 82,6% do total de dormidas; - Em todos os municípios 40% do total de dormidas registam-se nos meses de Julho, Agosto e Setembro; 	<ul style="list-style-type: none"> - Soluções de transporte individual do tipo Car Sharing permitem que residentes temporários se desloquem entre municípios (aproveitando a infraestrutura existente) de uma forma descarbonizada e a baixo custo, apoiando assim novos polos de atração turística; - Oportunidade para os polos atratores de turismo distribuírem os residentes temporários pelos restantes municípios através de transporte público de baixa densidade (por exemplo elétricos) - Incentivo para a diversidade de oferta de turismo; - A concentração de população residente e oferta de alojamento potencia o custo/benefício das infraestruturas; As condições do município de Albufeira são propícias aos modos suaves; 	<ul style="list-style-type: none"> - A desproporcionada oferta de alojamento no município de Albufeira dificulta a conceção e respetivo retorno de uma solução de transporte público; - Congestionamento e problemas de estacionamento no município de Albufeira (nos restantes municípios a desigualdade entre alojamento residencial definitivo e temporário não é tão severa) caso não existam alternativas ao transporte individual; - Continuar do desequilíbrio da oferta de turismo;
Movimentos pendulares	<ul style="list-style-type: none"> - Os municípios de Vila do Bispo, Lagos, Portimão, Lagoa e Silves mostram existir uma uniformidade ao nível das suas deslocações intermunicipais; - Os municípios de Loulé, Faro, Olhão e São Brás de Alportel apresentam deslocações intermunicipais desiguais mas criam entre si um círculo de interações; - Nos municípios de Albufeira, Faro, Lagos, Loulé, Portimão, Vila Real de Santo António (os com maior número de residentes) perto de 90% das deslocações que geram são intra-concelhias; - Aumento do volume intra-concelhio em Albufeira (20,5%), Lagos (15,5%), Loulé (12,0%) e Portimão (17,1%); 	<ul style="list-style-type: none"> - Escolha modal desequilibrada - o transporte individual é utilizado entre 50% a 75% dos movimentos pendulares da região, situação que se agravou entre 2001 e 2011 em todos os municípios tanto nas deslocações intra-concelhias como inter-concelhias; Nos municípios de Olhão e Silves (com grande número de residentes) 28% e 26% respetivamente, deslocam-se para outros municípios; - Grandes desequilíbrios relativamente ao número de deslocações em transporte individual entre Olhão - Faro e Silves - Albufeira; - Aumento do volume inter-concelhio verificado em todos os municípios (exceto Alcoutim, Castro Marim, Monchique, Vila do Bispo e Vila Real de Santo António); 	<ul style="list-style-type: none"> - Oportunidade para o transporte coletivo tanto no círculo Vila do Bispo, Lagos, Portimão, Lagoa e Silves como no de Albufeira, Faro, Lagos, Loulé, Portimão; - Descarbonização do transporte individual; - Instalação da infraestrutura elétrica nos polos atratores de emprego; Aumento da procura municipal interna de Albufeira, Lagos, Loulé e Portimão valoriza a alteração modal a pé ou bicicleta; - Aumento das deslocações inter-concelhias valorizam um plano de mobilidade conjunta entre os municípios; 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da procura de transporte inter-concelhia enquanto não existe alternativas eficientes ou descarbonizadas; - Tempo de percurso relacionado com a utilização do transporte público; - Algumas soluções tecnológicas para a descarbonização não resolvem o problema de estacionamento ou do congestionamento; - Viabilidade económica das soluções de descarbonização do transporte individual para os consumidores;

	Pontos Fortes	Pontos Fracos	Oportunidades	Ameaças
Consumo de energia no setor dos transportes	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de energia elétrica do setor dos transportes na região negligenciável; - Consumo de derivados fósseis diminuiu; A região produz energia renovável correspondente a 27% do seu consumo de energia; - Número de veículos híbridos e elétricos em crescimento; - 90,8% Da energia renovável tem origem eólica (renovável de maior adaptabilidade); 	<ul style="list-style-type: none"> - Não existe produção hídrica que possa auxiliar os picos de procura energética na região; 	<ul style="list-style-type: none"> - Oportunidade para transformar o consumo de derivados fósseis em consumo de energia elétrica, associadas a uma Smart Grid; - Redução potencial de 550,2 toneladas de CO2 emitido (segundo o consumo de derivados fósseis de 2012); - Sinergia da produção elétrica renovável com vários setores de consumo elétrico (doméstico, industrial); 	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de energia renovável tem associada a si uma vertente variável e imprevisível; - Combustíveis fósseis são os mais taxados, resistência dos órgãos de soberania inevitável; - Redução dos proveitos fiscais estatais que poderiam ser aplicados noutros setores também importantes para a sociedade em geral (saúde, educação, cultura, mobilidade); - Produção renovável de energia em Portugal é maioritariamente privada; - O maior distribuidor de energia em Portugal é privado (conflito de interesses privados e bem público comum); - Administração pública não tem capacidade para alavancar a mobilidade elétrica pois não é produtor (perde receita fiscal, não produz energia, não vende = deixa de receber e não passa a receber);
Sinistralidade rodoviária	<ul style="list-style-type: none"> - O número médio de atropelamentos em 2011 é metade do registado em 2001; - O número de mortos em acidentes rodoviários diminuiu; 	<ul style="list-style-type: none"> - A relação entre número de acidentes e vítimas é igual tanto em 2001 como em 2011; - O número de atropelamentos ainda é significativo; - O maior número de acidentes registam nos municípios de Albufeira, Faro, Lagos, Lagoa, Loulé, Olhão, Portimão, Silves (em média 1 por dia); - Portagens nas vias de maior capacidade da região que são também as mais seguras, mais confortáveis e onde os veículos têm maior eficiência; 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de velocidade proporcionada pelos veículos elétricos; - Sinergia entre marketing mobilidade elétrica e condução mais responsável; - Benefícios fiscais para utilizadores de autoestradas que tenham veículos de propulsão alternativa registados em seu nome; 	<ul style="list-style-type: none"> - Algumas soluções tecnológicas alternativas à situação atual podem não conduzir à redução da sinistralidade rodoviária; - Continuação da utilização de estradas nacionais (com deficiente manutenção da infraestrutura) devido à aplicação de custos para o utilizador nas infraestruturas de melhor qualidade;

4.10. Síntese

Neste subcapítulo pretende-se relacionar a análise feita acerca das soluções tecnológicas estudadas no capítulo 3.10 com as ameaças e oportunidades identificadas no sub-capítulo 4.9.

As emissões de GEE associadas ao setor dos transportes têm em muito que ver com o tipo de combustível que é utilizado e as fontes de energia fósseis são não só as mais utilizadas como também as que maior volume GEE emitem, enquanto os veículos que usam essa energia são os que menor eficiência energética apresentam. A forma eficaz de reduzir as emissões de GEE (como o Livro Branco dos Transportes expressa: objetivo para 2050 é eliminar a utilização dos motores convencionais nas cidades), é precisamente deixar de utilizar estes combustíveis mas para que isso aconteça é necessário que a população tenha alternativas ao seu dispor com fator de utilidade atrativo.

Ao mesmo tempo que analisamos as alternativas ao combustível fóssil, é importante ter presente que os objetivos do setor do transporte também passam pela redução do consumo de energia, aumento da eficiência energética e favorecimento da independência energética. No Capítulo 3 consideraram-se os biocombustíveis, o hidrogénio e a energia elétrica como potenciais formas de redução das emissões de GEE do transporte individual. A aposta nos biocombustíveis na região do Algarve pode significar a reutilização de um património outrora explorado para produção de géneros alimentícios enquanto se promove a reutilização de infraestrutura de distribuição existente mas exige um grande investimento ao nível da infraestrutura para produzir esse biocombustível, sem que a médio e longo prazo reduza eficazmente o volume de GEE. Ainda assim a reutilização de terrenos deixados de explorar pode verificar-se favorável do ponto de vista económico e social da região. O caso do hidrogénio tem potencial para ultrapassar um conjunto de barreiras que as restantes soluções tecnológicas apresentam (redução de GEE no caso dos combustíveis fósseis e eliminação da ansiedade de autonomia no caso dos veículos elétricos), tendo a capacidade para reduzir em larga escala as emissões de GEE (caso se produza a partir de fontes renováveis) sem apresentar dificuldade de adaptação por parte do consumidor, no entanto este tipo de combustível exige também um esforço económico enorme para que se desenvolva a infraestrutura de distribuição. Em ambos os combustíveis anteriormente mencionados e considerando que na região do Algarve menos de 50.000 habitantes têm um padrão de deslocação pendular, é pouco provável que a região tenha a capacidade de tornar economicamente viáveis estas soluções, sendo que a aposta nestas soluções deve ser aplicada a nível do país e não à escala de uma região com tão pequeno número de deslocações e habitantes. Claro que a região poderia exportar a sua produção de biocombustíveis e hidrogénio, mas para isso seria necessário que também outros países e regiões vizinhas apostassem também nestes combustíveis.

Relativamente à energia elétrica, esta é não só a única fonte de energia que a região produz como é também a energia melhor distribuída em Portugal. O uso da energia elétrica por parte do setor dos transportes e em resposta à procura do transporte individual, exige que seja criado o elo de ligação entre a distribuição e os veículos, existindo atualmente fundos europeus disponíveis para tal (Mobi.E é um exemplo de isso mesmo). A mobilidade elétrica enfrenta alguns desafios para a população e exemplo disso é a sua curta autonomia e tempo de recarga bastante alto (para que se maximize a vida útil das baterias). Tendo em conta o padrão de deslocação em transporte individual da região, observa-se que os municípios interagem maioritariamente com aqueles que os rodeiam, isto é, a autonomia dos veículos elétricos em teoria não é um problema dadas as necessidades das deslocações pendulares que se deslocam por dia menos quilómetros do que a bateria permite. Por outro lado o veículo elétrico consegue reduzir as emissões de GEE relativamente aos veículos de propulsão fóssil mesmo produzindo energia elétrica a partir das fontes que mais poluem (carvão). Por outro lado, a pesquisa efetuada mostra que a região produziu de forma renovável e em 2013 27% do consumo total de energia, sendo cerca de 90% de origem eólica. Este é um fator interessante na medida em que a fonte eólica tem a capacidade para produzir energia de forma contínua ao longo do dia e independentemente da altura do ano. Ainda assim deve assumir-se que a produção renovável é variável (ao longo do dia e ao longo do ano), é necessário ter a capacidade de gerir a procura e é nesse sentido que surge o conceito de *Smart Grid*, para que se consiga providenciar a procura elétrica dos transportes com energia produzida de

forma renovável e descentralizada. Estas são questões que fazem da mobilidade elétrica uma oportunidade para a região. Tendo em conta a forma de alojamento sazonal que existe na região, é expectável que o consumo de energia aumente em todos os setores pelo fato de existirem mais habitantes na região, o que implica necessariamente o agravamento dos picos de procura de energia, aumento do tráfego e congestionamento. Ora a mobilidade elétrica no transporte individual não resolve o problema do congestionamento ou estacionamento em meio urbano, este tipo de mobilidade não é por si só uma solução para outros problemas associados à distribuição modal da região.

É neste sentido que se analisou a alteração da repartição modal para modos suaves e transporte público. Em ambos os casos, é necessário um esforço adicional por parte dos órgãos de gestão territorial e ordenamento de prioridades no meio urbano mas também é necessário que exista uma densidade suficientemente alta (para o transporte coletivo) e proximidade entre as fontes atradoras de deslocamentos, lazer, serviços e habitação (para a mobilidade suave). Estas são soluções de redução das emissões de GEE bastante eficientes e que têm um alto fator de aplicabilidade nos municípios da região do Algarve que têm oferta de alojamento sazonal e que apresentam deslocamentos inter-concelhias proporcionais. Existem entre os municípios de Vila do Bispo, Lagos, Portimão, Lagoa e Silves reciprocidade entre os volumes de habitantes que se deslocam entre eles, existindo potencial para uma estratégia de transporte coletivo conjunta. No caso dos municípios de Loulé, Faro, Olhão e São Brás de Alportel, apesar de existirem interações desiguais, a população residente desloca-se entre os municípios referidos sem divergir para outros municípios, apresentam também potencial para uma estratégia de transporte coletivo conjunta. É importante considerar os volumes inter-concelhias dado que não é viável que toda a população se desloque em transporte individual ou em transporte coletivo. Por um lado agravam-se os picos de procura de energia elétrica e por outro reduz-se a qualidade da oferta de transporte público, sendo necessário que exista uma repartição entre estes modos. Os municípios que apresentam maior número de residentes e maior número de deslocamentos intra-concelhias, são aqueles em que existe potencial para modos suaves (Albufeira, Faro, Portimão, Lagos), podendo complementar tanto a mobilidade elétrica como o transporte coletivo.

Relativamente aos aspetos de dinâmica populacional, a região regista um aumento de população de 14,1%, aumento de emprego de 3%, aumento do número de deslocamentos inter-concelhias (21,7%) e intra-concelhias (7%). Estes são valores que mostram um crescimento positivo da região e enaltecem o papel que o setor dos transportes pode ter para que a descarbonização do setor aconteça; no entanto esta evolução não se regista em todos os municípios e por isso conclui-se que ainda que existam condições para uma estratégia de transporte conjunta entre os vários municípios (tanto em transporte individual de mobilidade elétrica como em transporte coletivo), as necessidades da população em cada município divergem. Nos casos de Alcoutim, Aljezur, Castro Marim, Monchique e Vila do Bispo que apresentam índices de dependência de idosos superior a 40%, variação de população residente negativa ou menor que 10%, densidade populacional inferior a 100 hab/km², taxas de atividade inferior a 50% (não é o caso de Vila do Bispo, 52%), redução do número de empregos (não é o caso de Aljezur, aumentou 2%) e oferecem os menores valores de alojamento sazonal (inferior a 150 por 1000 hab), são municípios que experienciaram um declínio no interesse e atratividade sobre a população, dificultando rentabilidade económica para soluções de transporte. Aquela solução com maior valor para

estes municípios seria uma solução de transporte flexível ou uma solução de transporte individual autónoma, no entanto o transporte autónomo é de muito difícil aceitabilidade uma vez que é altamente dispendiosa. Por outro lado, os municípios de Albufeira, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Olhão, Portimão e Vila Real de Santo António verificam índices de dependência de jovens superiores a 21%, densidade populacional maiores que 200 hab/km², as maiores taxas de atividade da região, maior número de população residente com nacionalidade estrangeira e nacionalidade portuguesa, são municípios em clara mutação e que apresentam condições favoráveis para uma alteração dos hábitos da população.

Uma vez que a população se desloca cada vez mais em transporte individual (evolução entre 2001 e 2011) em todos os municípios, aumenta a necessidade de existir uma descarbonização que apoie a renovação da frota de veículos ou a sua adaptação para gás natural¹³ (curto prazo) e aposta numa estratégia conjunta (Plano de Mobilidade Urbana Sustentável) assente em torno da mobilidade elétrica (médio prazo) e no transporte rodoviário coletivo de passageiros (uma vez que é a infraestrutura mais bem desenvolvida). Relativamente à oferta turística e de forma a conectar os vários tipos de turismo nos vários municípios, considera-se relevante a aplicação do modelo *car sharing* (motorização elétrica) nos terminais de receção dos turistas (portos fluviais, aeroporto e instancias turísticas), apelando também a ligação entre estas infraestruturas.

¹³ O porto de Sines pode ter importância no abastecimento de gás natural à região do Algarve, no entanto não existe infraestrutura que o permita.

5. Considerações finais

5.1. Conclusões

A presente dissertação pretendeu através de uma análise qualitativa das soluções tecnológicas de transporte, determinar o seu potencial para o objetivo da descarbonização do setor dos transportes urbano de passageiros, designadamente na região do Algarve. Para tal foram também analisados as estratégias europeias e nacionais, bem como os instrumentos de gestão territorial aplicáveis. Por um lado estes instrumentos descrevem a necessidade da redução do volume de emissões de GEE do transporte individual de passageiros e por outro a alteração da repartição modal, através da transferência de passageiros do transporte individual para transporte coletivo e modos suaves (deslocações a pé e bicicleta), que em ambos os casos, visam a redução da intensidade energética e carbónica do setor.

No contexto das soluções de transporte urbano de passageiros conclui-se:

- A inovação e desenvolvimento tecnológico das motorizações de combustão favorece a redução do consumo de combustíveis fósseis a curto prazo e conduz a um custo operacional inferior (comparativamente às restantes tecnologias), sem que seja necessário proceder à re-infraestruturação e desenvolvimento de uma rede de distribuição. Além disso conclui-se ser viável (até 2035) adaptar a motorização referida para o gás natural;

- A motorização híbrida oferece em 2016 uma eficiência energética idêntica aquela que se espera alcançar a partir da motorização de combustão interna em 2025, uma vez que têm capacidade de reaproveitar a energia perdida sob a forma de calor da combustão. A tecnologia tem um custo base superior face aos VCI e prevê-se que os benefícios ao nível da superior eficiência energética se reduzam conforme a inovação e desenvolvimento progride no sentido de corrigir as perdas de calor dos VCI;

- Os veículos elétricos mostram ser possível reduzir (independentemente da forma como são utilizados) em larga escala as emissões de GEE do transporte individual ao nível local. No entanto devem ser consideradas as emissões de GEE durante a produção energética, obtendo-se a maior redução de GEE se essa energia for produzida, designadamente a partir de energia renovável. Apesar de o gás natural como fonte final de energia deixar de ser viável a partir de 2035, as emissões associadas à produção elétrica a partir deste combustível relevam que, mesmo a partir desse ano, o gás natural é viável para produção elétrica. Estes veículos apresentam também desafios para os Estados-Membros da União Europeia, tanto a nível do seu preço base (superior às tecnologias atrás mencionadas), como a nível da infraestruturação da distribuição que em ambos os casos, uma vez apoiados pela União Europeia, serão alvo de apoio financeiro. Relativamente aos desafios da população, conclui-se que a motorização elétrica exige uma alteração de hábitos face ao comportamento das baterias e adaptação à reduzida autonomia, sob pena do contínuo aumento dos veículos (aumento das baterias).

- Sobre os veículos de hidrogénio, concluiu-se que apesar de serem em muito idênticos aos veículos de combustão atuais no sentido em que têm idêntica autonomia e tempos de recarga, é a

tecnologia que maiores desafios acarreta a nível da infraestrutura da distribuição e obtenção do combustível a um baixo custo de emissão de GEE.

- No caso dos veículos autónomos aplicados ao transporte urbano de passageiros, verificou-se que o seu contributo esperado tem maior relevância para a segurança rodoviária e para a oferta de transporte alternativo para a população com algum grau de deficiência ou dificuldades de mobilidade. A sua contribuição para a redução de GEE poderá ter importância no que à gestão de cada percurso diz respeito, dando informação ao condutor sobre a forma mais eficiente de realizar um percurso ou dando-lhe opções para escapar ao congestionamento.

As soluções tecnológicas acima referidas, apesar de terem potencial para reduzir as emissões de GEE do setor, não têm a capacidade de diminuir as consequências do uso excessivo do transporte individual. Neste sentido a análise procurou ainda incluir o transporte coletivo de passageiros. Esta solução verifica ser a forma mais eficiente de transportar passageiros tanto a nível da eficiência do combustível utilizado pelo setor, como de matéria-prima e espaço urbano. No entanto acarreta um conjunto de desafios a ultrapassar (tendo em conta que esta forma de transporte está bem disseminada tanto em Portugal como na Europa e ainda assim a percentagem de população que a utiliza é diminuta):

- Deve existir uma estratégia que promova a intermodalidade dos modos de transporte coletivo, tanto a nível de conceção de infraestruturas para o efeito como também a nível do custo para o utilizar, trabalhando-se na relação entre operadora e utilizador;

- A frota de veículos (no caso rodoviário) deve procurar ser renovada tirando partidos do gás natural e da mobilidade elétrica, potenciando a redução de emissões de GEE (óxidos de azoto incluídos) e aproximando as novas tecnologias da população;

- O desenvolvimento do transporte coletivo deve fazer-se acompanhar por incentivos a andar a pé ou de bicicleta dentro dos centros urbanos;

- A intermodalidade entre transporte coletivo e transporte individual deve ser matéria central das estratégias que promovem a alteração da repartição modal, nomeadamente através de parques de estacionamento cujo custo deverá estar incluído (por exemplo) para utilizadores mensais;

No âmbito da aplicabilidade das tecnologias consideradas em Portugal, concluiu-se que a curto e médio prazo (entre 2016 e 2035) o País deve apostar na adaptação dos veículos existentes de combustão interna para gás natural, uma vez que esta adaptação tem um custo inferior para a população, enquadra-se na baixa renovação da frota de veículos atual, permite a redução das emissões de GEE e de óxidos de azoto e tira partido da costa marítima portuguesa no sentido que o modo marítimo é uma das formas de transporte deste combustível. O País pode ainda criar condições para a eliminação dos veículos de combustão interna até 2050, procurando promover a mobilidade elétrica utilizando os apoios financeiros disponibilizados pela União Europeia. Dado o custo acrescido que a mobilidade elétrica tem para a população, a estratégia deve começar pela eletrificação do transporte rodoviário coletivo (autocarros) e serviços públicos (exemplo: recolha de resíduos sólidos urbanos), dando a conhecer a tecnologia elétrica à população, enquanto mantém os incentivos fiscais e redução de impostos na aquisição e utilização destes veículos. Dados as iniciativas da população no que ao desenvolvimento de veículos elétricos diz respeito, Portugal deve apoiar estes empreendedores e

incentivar modelos de negócio que visem a utilização de um veículo por um maior número de pessoas em determinados contextos (exemplo: *car sharing* elétrico), podendo vir a ter um papel crucial na descarbonização do setor em Portugal. A estratégia da motorização elétrica deve ainda fazer-se acompanhar por uma forte vertente de produção renovável, tirando partido da riqueza portuguesa a este nível, constituindo-se uma grande oportunidade para Portugal alcançar a sua independência energética.

Relativamente ao transporte coletivo em geral, enaltece-se a necessidade de desenvolver uma estratégia que reduza o número de veículos de transporte individual nos centros urbanos portugueses, através do aumento das taxas de ocupação do transporte coletivo. Para tal deve apostar-se na intermodalidade entre veículos de transporte individual e infraestrutura de transporte coletivo, através de estacionamento nas estações apoiada por uma política de preços que torne as deslocações em transporte coletivo significativamente mais baratas do que o transporte individual, de forma que a população se desloque de veículo individual até esses parques e em transporte coletivo até ao centro urbano. As regiões bem como os seus centros urbano devem ser alvo de uma campanha de renovação e reordenação do espaço público que dê prioridade às deslocações a pé ou bicicleta.

Do ponto de vista de gestão das contas públicas, a redução do consumo de combustíveis fósseis terá consequências para os Estados-Membros da União Europeia (inclusive Portugal) que tão grandes taxas aplicam a estes combustíveis, devendo desde já quantificar-se esse efeito que de forma alguma deve ser inteiramente substituído por um imposto sobre a eletricidade. Isto é, o preço da eletricidade deverá sempre aumentar, mas o País deve procurar rentabilizar as oportunidades da eletrificação de outras formas. Nomeadamente através do apoio ao desenvolvimento de veículos de mobilidade elétrica podendo no futuro trazer proveitos para o País e tirando partido dos empreendedores que têm vontade de explorar esse mercado. O País pode ainda apostar, por iniciativa própria, na produção de eletricidade renovável que mais tarde tanto pode ser utilizada pela procura de eletricidade do setor dos transportes como ser exportada para outros países.

Em conclusão e tendo em conta as soluções de baixo carbono consideradas nesta dissertação, o transporte coletivo deve ser em todo e qualquer caso alvo de investimento público visando atrair e direcionar o interesse privado. Não só deve ser aplicada uma estratégia sustentável ao sistema de transporte coletivo a nível do seu consumo de energia, como aliás, o sistema de transporte deve ser desenvolvido como um produto adaptado ao tipo de consumidor moderno, instruído e informado, com preços competitivos relativamente às restantes alternativas de transporte. Com a importância crescente da mobilidade para a população, torna-se preponderante desenvolver o sistema de transporte vocacionado para as necessidades da população, sendo necessário que os órgãos de soberania hajam em conformidade.

5.2. Recomendações para trabalho futuro

De forma a melhor compreender o efeito das soluções tecnológicas do transporte urbano de passageiros, em especial a mobilidade elétrica, seria interessante quantificar o potencial futuro de Portugal para a produção de energia renovável tendo em consideração todas as fontes renováveis

existentes (solar, eólica, hídrica e energia das ondas). Entende-se que teria ainda valor modelar a produção de cada fonte de energia renovável de forma a reduzir a incerteza associada à sua variabilidade e, consoante a procura energética dos vários setores económicos (transportes incluídos), analisar como melhor tirar partido do potencial de cada fonte.

Seria ainda interessante proceder à otimização da localização das estações de carregamento elétrico tendo em conta os vários pontos de atração (locais de consumo), a distribuição temporal da procura e analisar o contributo das *Smart Grids* a partir da produção descentralizada da energia.

Relativamente aos Planos de Mobilidade Urbana Sustentável é preponderante analisar a sua aplicabilidade extensiva em Portugal, tendo como enfoque central a intermodalidade e a alteração da repartição modal, transferindo passageiros do transporte individual para transporte coletivo e/ou modos suaves.

Bibliografia

- [1] Comissão Europeia, *LIVRO BRANCO - Roteiro do espaço único europeu dos transportes*. 2011.
- [2] Comissão Europeia, *EUROPA 2020 - Estratégia para um crescimento inteligente e inclusivo*. 2010.
- [3] Agência Internacional da Energia, *World Energy Outlook 2012*. 2012.
- [4] Laboratório Nacional de Engenharia Civil, *Avaliação ambiental do plano estratégico dos transportes e infraestruturas*. 2014.
- [5] Agência Portuguesa do Ambiente, *Relatórios do Estado do ambiente 2015*. 2015.
- [6] Comissão Europeia, «Pacote de energia -clima: “três vintes” até 2020», 20081208BKG44004, 2008. [Em linha]. Disponível em: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+IM-PRESS+20081208BKG44004+0+DOC+XML+V0//PT>. [Acedido: 22-Out-2015].
- [7] Instituto de Gestão do Fundo Social Europeu, «Metas de Portugal para 2020 e situação em 2013». [Em linha]. Disponível em: <http://www.igfse.pt/content.asp?startAt=2&categoryID=503&newsID=3559&offset=0>. [Acedido: 19-Out-2015].
- [8] Comissão Europeia, *Um quadro político para o clima e a energia no período de 2020 a 2030*. 2014.
- [9] Parlamento Europeu e do Conselho, *Diretiva 2009/28/CE*. 2009.
- [10] Agência Portuguesa do Ambiente, «Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE)», 2015. [Em linha]. Disponível em: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=295>. [Acedido: 19-Out-2015].
- [11] Parlamento Europeu e do Conselho, *Diretiva 2009/29/CE*. 2009.
- [12] Comissão Europeia, *Plano Europeu de Eficiência Energética*, n. COM(2011) 109 final. 2011.
- [13] Comissão Europeia, *Plano de Acção para a Mobilidade Urbana*. 2009.
- [14] Comissão Europeia, *Towards a new culture for urban mobility*. 2007.
- [15] United Nations, *World Urbanization Prospects*. 2014.
- [16] Comissão Europeia, *Roteiro da Energia 2050*. 2011.
- [17] Comissão Europeia, *Roteiro de transição para uma economia hipocarbónica competitiva em 2050*. 2011.
- [18] Comissão Europeia, *Avançar em conjunto para uma mobilidade urbana competitiva e eficiente na utilização de recursos*. 2013.
- [19] Comissão Europeia, *Um conceito para os planos de mobilidade urbana sustentável*. 2013.
- [20] Comissão Europeia, *Clean Power for Transport: A European alternative fuels strategy*. 2013.
- [21] Comissão Europeia, *Diretiva 2014/94/UE*. 2014.
- [22] Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Territorial, *Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território*. 2006.
- [23] Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Territorial, *Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território*. 2006.
- [24] *DECRETO-LEI N.º 58/2007 D.R- 1ª série - N.º 70 1 (2007-09-04)*.
- [25] *DECLARAÇÃO DE RETIFICAÇÃO n.º 80-A/2007 D.R. 1ª série - n.º 173 (2007-09-07)*.
- [26] *DECLARAÇÃO DE RETIFICAÇÃO n.º 103-A/2007 D.R. 1ª série - n.º 211 (2009-11-02)*.

- [27] Associação Portuguesa de Energias Renováveis, *Roteiro Nacional das Energias Renováveis*. 2010.
- [28] *RESOLUÇÃO DA ASSEMBLEIA DA REPÚBLICA n.º 33/2010 D.R. 1.ª série - n.º 73 (2010-04-15)*.
- [29] *RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE MINISTRO n.º 20/2013 D.R. 1.ª série - n.º 70 (2013-04-10)*.
- [30] *DECRETO-LEI n.º 117/2010 D.R. 1.ª série - N.º 207 (2010-10-25)*.
- [31] Ministério da Economia e do Emprego, *Plano Estratégico dos Transportes - Mobilidade Sustentável*. 2011.
- [32] *RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE MINISTROS n.º 45/2011 D.R. 1.ª série - N.º 216 (2011-11-10)*.
- [33] Ministério da Economia, *Plano Estratégico dos Transportes e Infraestruturas - Crescimento Competitividade Coesão*. 2014.
- [34] Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, *Diretrizes Nacionais para a Mobilidade*. 2012.
- [35] Ministério da Agricultura do Mar do Ambiente e do Ordenamento do Território, *Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050 - Opções de transição para uma economia de baixo carbono competitiva em 2050*. 2012.
- [36] *RESOLUÇÕES DO CONSELHO DE MINISTROS n.º 92/2010 D.R. 1.ª série - N.º 230 (2010-11-26)*.
- [37] Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e Energia, *Programa Nacional Para As Alterações Climáticas*. 2015.
- [38] PORDATA, «Preços médios de venda ao público dos combustíveis líquidos e gasosos – Continente em Portugal». [Em linha]. Disponível em: <http://PORDATA/Portugal/Pre%C3%A7os+m%C3%A9dios+de+venda+ao+p%C3%BAblico+dos+combust%C3%ADveis+l%C3%ADquidos+e+gasosos+%E2%80%93+Continente-1265>. [Acedido: 21-Fev-2016].
- [39] European Environment Agency, *TERM 2014: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe*. 2014.
- [40] Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e Energia, *Relatório do Estado do Ambiente 2013*. 2013.
- [41] National Research Council of the National Academies, *Transitions to Alternative Vehicles and Fuels*. 2013.
- [42] Environmental Protection Agency, *NHTSA-EPA Standards to Reduce Greenhouse Gases and Improve Fuel Economy*. 2012.
- [43] European Aluminium Association, *Stiffness Relevance and Strength Relevance in Crash of Car Body Components*. 2010.
- [44] IBIS Associates, *Aluminum Vehicle Structure: Manufacturing and Lifecycle Cost Analysis*. 2008.
- [45] U.S. Department of Transportation, *Relationships Between Fatality Risk, Mass, and Footprint*. 2012.
- [46] Ed Pike, *Opportunities to Improve Tire Energy Efficiency*. 2011.
- [47] Universitas CRL, *Manual de Tecnologias de Informação e Comunicação*. 2010.
- [48] European Road Transport Research Advisory Council, *Automated Driving Roadmap*. 2015.
- [49] Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate Change 2014 Mitigation of Climate Change*. 2014.

- [50] The International Council on Clean Transportation, *European vehicle market statistics*. 2014.
- [51] European Environment Agency, «Europe to exceed air pollutant emission limits», 2009. [Em linha]. Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/highlights/europe-to-exceed-air-pollutant>. [Acedido: 20-Mar-2016].
- [52] International Council on Clean Transportation, *Light-Duty Vehicle Technology Cost Analysis - European Vehicle Market*. 2013.
- [53] Boas Notícias, «Taxista constrói carro elétrico com material reciclado». [Em linha]. Disponível em: <http://www.boasnoticias.pt/mobile/noticias.php?id=12567>. [Acedido: 22-Mar-2016].
- [54] Boas Notícias, «Estudantes de engenharia constroem carro elétrico». [Em linha]. Disponível em: <http://www.boasnoticias.pt/mobile/noticias.php?id=16561>. [Acedido: 22-Mar-2016].
- [55] Boas Notícias, «Carro português “inteligente” perto da industrialização». [Em linha]. Disponível em: <http://www.boasnoticias.pt/mobile/noticias.php?id=20044>. [Acedido: 22-Mar-2016].
- [56] Boas Notícias, «Novo protótipo de carro elétrico “nasce” em Évora». [Em linha]. Disponível em: <http://www.boasnoticias.pt/mobile/noticias.php?id=3519>. [Acedido: 22-Mar-2016].
- [57] Boas Notícias, «Carro elétrico português gasta um euro aos cem». [Em linha]. Disponível em: <http://www.boasnoticias.pt/mobile/noticias.php?id=9898>. [Acedido: 22-Mar-2016].
- [58] Rede Mobi.e, «Definição e Pontos de Carregamento». [Em linha]. Disponível em: <https://www.mobie.pt/a-rede-mobie.jsessionid=9E46419370123C679F9ABC11EF9B5F3C.jvm1>. [Acedido: 20-Mar-2016].
- [59] Boas Notícias, «Software português ajuda a carregar carros elétricos». [Em linha]. Disponível em: <http://www.boasnoticias.pt/mobile/noticias.php?id=8107>. [Acedido: 22-Mar-2016].
- [60] W. P. Schill e C. Gerbaulet, *Power system impacts of electric vehicles in Germany: Charging with coal or renewables?* 2015.
- [61] L. Liu, F. Kong, X. Liu, Y. Peng, e Q. Wang, «A review on electric vehicles interacting with renewable energy in smart grid», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 2015.
- [62] Statista, «Lithium reserves worldwide top countries 2015». [Em linha]. Disponível em: <http://www.statista.com/statistics/268790/countries-with-the-largest-lithium-reserves-worldwide/>. [Acedido: 28-Fev-2016].
- [63] Battery University, «BU-308: Availability of Lithium – Battery University». [Em linha]. Disponível em: http://batteryuniversity.com/learn/article/availability_of_lithium. [Acedido: 28-Fev-2016].
- [64] Asian Metal, «Rare earths: resource distribution and production, reserves, supply and demand». [Em linha]. Disponível em: http://metallpedia.asianmetal.com/metal/rare_earth/resources&production.shtml. [Acedido: 28-Fev-2016].
- [65] J. Boudreau, *Platinum Supply and the Growth of Fuel Cell Vehicles*. 2008.
- [66] Associação Portuguesa do Veículos a gás Natural, *Veículos a Gás Natural*. 2009.
- [67] British Petroleum, *BP Statistical Review of World Energy 2015*. 2015.
- [68] U.S. Energy Information Administration, *Annual Energy Outlook 2012*. 2012.
- [69] Comissão Europeia, «Roteiro da Energia 2050», n. April, pp. 1–24, 2012.
- [70] Transportes em revista, «Condução autónoma, O futuro da mobilidade», 2015. [Em linha]. Disponível em: <http://www.transportesemrevista.com/Default.aspx?tabid=210&language=pt-PT&id=48514>. [Acedido: 21-Mar-2016].
- [71] Transportation Space and Technology Program, *Autonomous Vehicle Technology* -. 2014.
- [72] International Transport Forum, *Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty*. 2015.

- [73] W.-P. Schill e C. Gerbaulet, «Power system impacts of electric vehicles in Germany: Charging with coal or renewables?», *Appl. Energy*, vol. 156, pp. 185–196, 2015.
- [74] Câmara Municipal de Guimarães, «Projeto inovador em Portugal muda recolha de lixo no Centro Histórico de Guimarães». [Em linha]. Disponível em: http://www.cm-guimaraes.pt/frontoffice/pages/991?news_id=2363. [Acedido: 22-Mar-2016].
- [75] Quero Saber, «CTT inovam com 122 bicicletas elétricas para distribuir correio em Portugal». [Em linha]. Disponível em: <http://querosaber.sapo.pt/ambiente/ctt-inovam-com-122-bicicletas-eletricas-para-distribuir-correio-em-portugal>. [Acedido: 22-Mar-2016].
- [76] Boas Notícias, «Faro vai ter primeiro autocarro 100% elétrico do país». [Em linha]. Disponível em: <http://www.boasnoticias.pt/mobile/noticias.php?id=19928>. [Acedido: 22-Mar-2016].
- [77] Entidade Nacional para o Mercado de Combustíveis, «Decomposição dos preços de referência». [Em linha]. Disponível em: http://www.enmc.pt/pt-PT/atividades/mercado-de-combustiveis/precos-de-referencia/decomposicao-dos-precos-de-referencia/#gasolina;2016-03-01_2016-03-15. [Acedido: 21-Mar-2016].
- [78] Confresional Research Service, *Renewable fuel standard: overview and issues*. 2013.
- [79] Tech Crunch, «Urban Transportation Will Go All-Electric Sooner Than You Think». [Em linha]. Disponível em: <http://techcrunch.com/2015/05/29/urban-transportation-will-go-all-electric-sooner-than-you-think/>. [Acedido: 21-Mar-2016].
- [80] Portal do Ambiente e do Cidadão, «Combustíveis alternativos». [Em linha]. Disponível em: <http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/mobilidade/mais-informacao-1/sobre-a-mobilidade-em-portugal-e-na-europa-1/combustiveis-alternativos>. [Acedido: 22-Mar-2016].
- [81] Lloyd Wright - University College London, *Bus Rapid Transit*. 2003.
- [82] Ministry of Transport, *Cycling in the Netherlands*. 2009.
- [83] The Local, «National cycle plan to get France pedalling». [Em linha]. Disponível em: <http://www.thelocal.fr/20120126/2393>. [Acedido: 22-Mar-2016].
- [84] U.S. Environmental Protection Agency, *How Consumers Value Fuel Economy: A Literature Review*. 2010.
- [85] Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, *Anexo P - Transportes e Acessibilidades*, vol. II. 2004.
- [86] Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, *Anexo F1 - Turismo - Caracterização e Diagnóstico do Setor*, vol. II. 2004.
- [87] Instituto Nacional de Estatística, *Anuário Estatístico da Região do Algarve*. 2014.
- [88] Presidência do conselho de Ministros, «Plano Nacional de Ação de Eficiência Energética e Energias Renováveis», *Resolução n.º20/2013*, 2013.
- [89] Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, «Peça Gráfica 01 - Modelo Territorial Proposto», vol. Volume I, 2004.
- [90] Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, *Anexo A - Enquadramento Nacional e Europeu do Algarve*, vol. Volume II. 2004.
- [91] *RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE MINISTROS n.º 32/2007 D.R. 1.ª série - N.º 67 (2007-04-04)*.
- [92] Ministério da Economia e do Emprego, *Plano Estratégico Nacional do Turismo*. 2013.
- [93] Turismo de Portugal, *Plano Estratégico Nacional do Turismo*. 2015.
- [94] Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, *Anexo K1 - A situação Energética da Região do Algarve*, vol. II. 2004.
- [95] Sun Earth Tools, «Calculadora de emissões de CO₂». [Em linha]. Disponível em: <http://www.sunearthtools.com/tools/CO2-emissions-calculator.php#contents>. [Acedido: 29-Fev-2016].

- [96] European Central Bank, «Euro exchange rates USD». [Em linha]. Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/stats/exchange/eurofxref/html/eurofxref-graph-usd.en.html>. [Acedido: 27-Fev-2016].
- [97] Instituto Nacional de Estatística – *Censos 2011 em Quadros de Apuramento (População)*. Quadros: 6.39; 6.41; 6.42; 6.43. Consultados no mês de Junho de 2015.
- [98] Instituto Nacional de Estatística – *Censos 2011 em Quadros de Apuramento (Famílias)*. Quadro: 4.02. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [99] Instituto Nacional de Estatística – *Censos 2001 em Quadros de apuramento (População)*. Quadros: 6.39; 6.40; 6.41. Consultados no mês de Junho de 2015.
- [100] Instituto Nacional de Estatística – *Censos 2001 em Quadros de Apuramento (Famílias)*. Quadro: 4.02. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [101] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *Capacidade de alojamento nos estabelecimentos hoteleiros por mil habitantes: total e por tipo de estabelecimento*. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [102] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *População residente: total e por grandes grupos etários (%)*. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [103] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *Índice de dependência total segundo os Censos (%), índice de dependência de idosos segundo os Censos (%) e índice de dependência de jovens segundo os Censos (%)*. Consultados no mês de Junho de 2015.
- [104] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *Taxa de atividade segundo os Censos: total e por grupo etário (%)*. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [105] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *Dormidas nos estabelecimentos hoteleiros total e por tipo de estabelecimento*. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [106] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *Proporção de dormidas entre Julho e Setembro*. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [107] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *Peões atropelados total e mortos; Acidentes de viação com vítimas; Feridos e mortos em acidentes de viação*. Consultados no mês de Junho de 2015.
- [108] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *Consumo de energia elétrica por setor de atividade económica*. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [109] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *Venda de combustíveis para consumo*. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [110] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *Densidade Populacional*. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [111] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *Venda de combustíveis para consumo*. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [112] PORDATA – NUTS III Algarve e Municípios: *Consumo de energia elétrica por habitante e por tipo de consumidor*. Consultado no mês de Junho de 2015.
- [113] Associação automóvel de Portugal. *Estatísticas do setor automóvel*. 2013

Anexo

Quadro 0.1 – Projeções para redução das emissões de GEE por setor na União Europeia
(adaptado de: Roteiro de transição para uma economia hipocarbónica competitiva em 2050)

	2005	2030	2050
Total	-7%	-40% a -44%	-79% a -82%
Setores de atividade económica			
Produção de Eletricidade	-7%	-54% a -68%	-93% a -99%
Indústria	-20%	-34% a -40%	-83% a -87%
Transportes	30%	+20% a -9%	-54% a -67%
Setores Residencial e Terciário	-12%	-37% a -53%	-88% a -91%
Agricultura	-20%	-36% a -37%	-42% a -49%
Outros Setores	-30%	-72% a -73%	-70% a -78%

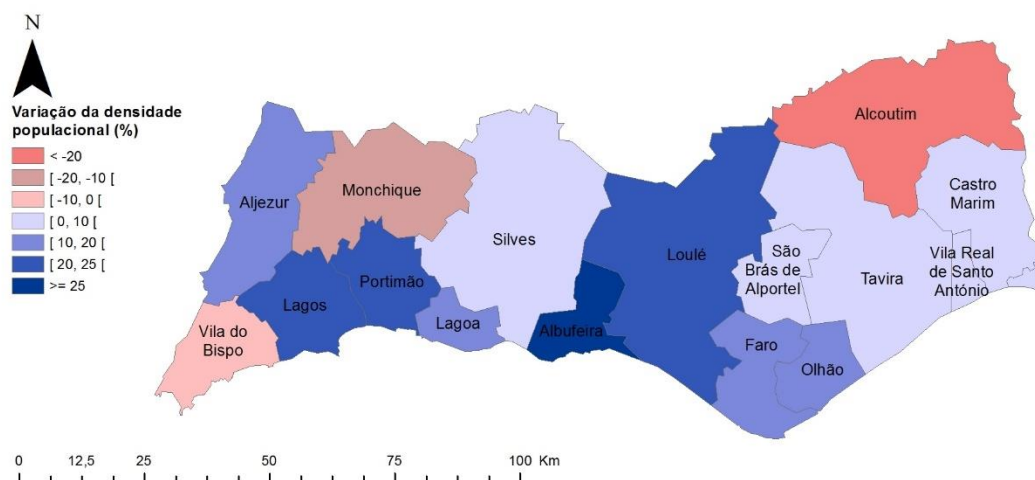


Figura 0.1 – Evolução da densidade populacional (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Quadro 0.2 – Evolução da população residente (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2001		2011		Variação (%)
	População residente (hab)	População residente (%)	População residente (hab)	População residente (%)	
Portugal	10356117	-	10562178	-	2,0%
Algarve	395218	3,8%	451006	4,3%	14,1%
Albufeira	31543	8,0%	40828	9,1%	29,4%
Alcoutim	3770	1,0%	2917	0,6%	-22,6%
Aljezur	5288	1,3%	5884	1,3%	11,3%
Castro Marim	6593	1,7%	6747	1,5%	2,3%
Faro	58051	14,7%	64560	14,3%	11,2%
Lagoa	20651	5,2%	22975	5,1%	11,3%
Lagos	25398	6,4%	31049	6,9%	22,2%
Loulé	59160	15,0%	70622	15,7%	19,4%
Monchique	6974	1,8%	6045	1,3%	-13,3%
Olhão	40808	10,3%	45396	10,1%	11,2%
Portimão	44818	11,3%	55614	12,3%	24,1%
São Brás de Alportel	10032	2,5%	10659	2,4%	6,3%
Silves	33830	8,6%	37126	8,2%	9,7%
Tavira	24997	6,3%	26167	5,8%	4,7%
Vila do Bispo	5349	1,4%	5258	1,2%	-1,7%
Vila Real de Santo António	17956	4,5%	19159	4,2%	6,7%

Quadro 0.3 – Evolução da densidade populacional (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2001 (hab/km ²)	2011 (hab/km ²)	Varição (%)
Algarve	79,1	90,3	14,1%
Albufeira	224,2	290,3	29,5%
Alcoutim	6,5	5,1	-22,0%
Aljezur	16,4	18,2	11,2%
Castro Marim	22,0	22,4	2,0%
Faro	287,3	319,9	11,4%
Lagoa	232,4	260,3	12,0%
Lagos	119,3	145,8	22,2%
Loulé	77,3	92,4	19,5%
Monchique	17,6	15,3	-13,2%
Olhão	314,0	346,9	10,5%
Portimão	246,9	305,5	23,8%
São Brás de Alportel	66,9	69,2	3,5%
Silves	49,8	54,4	9,2%
Tavira	41,1	42,1	2,5%
Vila do Bispo	30,0	29,4	-1,9%
Vila Real de Santo António	289,9	312,8	7,9%

Quadro 0.4 – Dimensão média das famílias clássicas (Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2001			2011		
	Número de famílias	Número de residentes	Dimensão média das famílias	Número de famílias	Número de residentes	Dimensão média das famílias
Portugal	3 650 757	10 255 526	2,8	4043726	10436516	2,6
Algarve	149 238	391 400	2,6	182776	446441	2,4
Albufeira	11 991	31 220	2,6	16420	40464	2,5
Alcoutim	1 637	3 709	2,3	1362	2843	2,1
Aljezur	2 231	5 218	2,3	2649	5817	2,2
Castro Marim	2 529	6 548	2,6	2824	6700	2,4
Faro	22 688	57 361	2,5	26929	63559	2,4
Lagoa	7 650	20 578	2,7	9071	22779	2,5
Lagos	9 706	25 003	2,6	12557	30677	2,4
Loulé	21 827	58 776	2,7	28402	70239	2,5
Monchique	2 767	6 887	2,5	2583	5961	2,3
Olhão	14 735	40 543	2,8	17642	45080	2,6
Portimão	16 913	44 243	2,6	22740	54892	2,4
São Brás de Alportel	3 741	9 895	2,6	4286	10545	2,5
Silves	12 954	33 565	2,6	14969	36767	2,5
Tavira	9 366	24 679	2,6	10603	25894	2,4
Vila do Bispo	2 172	5 285	2,4	2286	5197	2,3
Vila Real de Santo António	6 331	17 890	2,8	7453	19027	2,6

Quadro 0.5 – Matriz Origem/Destino de 2001 (Dados: INE, 2001; Fonte: Elaborado pelo autor)

Origem	Residentes (hab): 36644		Destino															
	Origem	Destino	Albufeira	Alcoutim	Aljezur	Castro Marim	Faro	Lagoa	Lagos	Loulé	Monchique	Olhão	Portimão	São Brás de Alportel	Silves	Tavira	Vila do Vispo	Vila Real de Santo António
Albufeira	1895 (5,2%)	4866 (13,3%)	18270 (90,6%)	4 (0,2%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	490 (25,9%)	117 (6,2%)	21 (1,1%)	720 (38,0%)	4 (0,2%)	21 (1,1%)	133 (7,0%)	2 (0,1%)	371 (19,6%)	6 (0,3%)	1 (0,1%)	5 (0,3%)
	129 (0,4%)	54 (0,1%)	4 (3,1%)	1213 (90,4%)	1 (0,8%)	12 (9,3%)	15 (11,6%)	0 (0,0%)	1 (0,8%)	10 (7,6%)	2 (1,6%)	0 (0,0%)	1 (0,8%)	1 (0,8%)	0 (0,0%)	14 (10,9%)	0 (0,0%)	68 (52,7%)
Aljezur	267 (0,7%)	85 (0,2%)	3 (1,1%)	0 (0,0%)	2068 (88,6%)	0 (0,0%)	18 (6,7%)	2 (0,7%)	193 (72,3%)	0 (0,0%)	2 (0,7%)	1 (0,4%)	12 (4,5%)	0 (0,0%)	5 (1,9%)	0 (0,0%)	24 (9,0%)	7 (2,6%)
Castro Marim	1134 (3,1%)	524 (1,4%)	10 (0,9%)	12 (1,1%)	0 (0,0%)	1971 (63,5%)	100 (8,8%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	16 (1,4%)	0 (0,0%)	12 (1,1%)	4 (0,4%)	1 (0,1%)	2 (0,2%)	73 (5,4%)	0 (0,0%)	904 (79,7%)
	3978 (10,9%)	11324 (30,9%)	365 (9,2%)	8 (0,2%)	2 (0,1%)	12 (0,3%)	31625 (88,8%)	38 (1,0%)	15 (0,4%)	2155 (54,2%)	6 (0,2%)	815 (20,5%)	96 (2,4%)	221 (5,6%)	63 (1,6%)	140 (3,5%)	0 (0,0%)	42 (1,1%)
Faro	3388 (9,2%)	2519 (6,9%)	209 (6,2%)	0 (0,0%)	1 (0,0%)	0 (0,0%)	133 (3,9%)	8836 (72,3%)	68 (2,0%)	53 (1,6%)	16 (0,5%)	10 (0,3%)	2388 (70,5%)	0 (0,0%)	501 (14,8%)	3 (0,1%)	4 (0,1%)	1 (0,0%)
Lagoa	1422 (3,9%)	1317 (3,6%)	40 (2,8%)	0 (0,0%)	50 (3,5%)	0 (0,0%)	108 (7,6%)	114 (8,0%)	13156 (90,2%)	50 (3,5%)	7 (0,5%)	6 (0,4%)	702 (49,4%)	1 (0,1%)	46 (3,2%)	1 (0,1%)	293 (20,6%)	4 (0,3%)
Loulé	4193 (11,4%)	4632 (12,6%)	1218 (29,0%)	5 (0,1%)	2 (0,0%)	5 (0,1%)	2390 (57,0%)	54 (1,3%)	27 (0,6%)	30264 (87,8%)	1 (0,0%)	113 (2,7%)	115 (2,7%)	72 (1,7%)	133 (3,2%)	44 (1,0%)	0 (0,0%)	14 (0,3%)
Monchique	747 (2,0%)	167 (0,5%)	22 (2,9%)	0 (0,0%)	14 (1,9%)	0 (0,0%)	22 (2,9%)	45 (6,0%)	32 (4,3%)	4 (0,5%)	2558 (77,4%)	1 (0,1%)	569 (76,2%)	2 (0,3%)	36 (4,8%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	6362 (17,4%)	1682 (4,6%)	165 (2,6%)	6 (0,1%)	4 (0,1%)	17 (0,3%)	5078 (79,8%)	18 (0,3%)	6 (0,1%)	551 (8,7%)	3 (0,0%)	16445 (72,1%)	58 (0,9%)	61 (1,0%)	34 (0,5%)	309 (4,9%)	0 (0,0%)	52 (0,8%)
Portimão	2662 (7,3%)	4756 (13%)	262 (9,8%)	0 (0,0%)	5 (0,2%)	5 (0,2%)	314 (11,8%)	1066 (40,9%)	467 (17,5%)	111 (4,2%)	99 (3,7%)	10 (0,4%)	23648 (89,9%)	2 (0,1%)	288 (10,8%)	7 (0,3%)	22 (0,8%)	4 (0,2%)
São Brás de Alportel	1679 (4,6%)	78 (1,3%)	54 (3,2%)	1 (0,1%)	0 (0,0%)	2 (0,1%)	964 (57,4%)	4 (0,2%)	4 (0,2%)	506 (30,1%)	0 (0,0%)	69 (4,1%)	15 (0,9%)	3706 (68,8%)	10 (0,6%)	47 (2,8%)	0 (0,0%)	3 (0,2%)
Silves	4772 (13,0%)	1513 (4,1%)	2444 (51,2%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (0,0%)	399 (8,4%)	1033 (21,6%)	49 (1,0%)	218 (4,6%)	26 (0,5%)	17 (0,4%)	572 (12,0%)	1 (0,0%)	13529 (73,9%)	8 (0,2%)	1 (0,0%)	2 (0,0%)
Tavira	2295 (6,3%)	1007 (2,7%)	42 (1,8%)	10 (0,4%)	2 (0,1%)	69 (3,0%)	998 (43,5%)	7 (0,3%)	5 (0,2%)	192 (8,4%)	0 (0,0%)	542 (23,6%)	27 (1,2%)	112 (4,9%)	20 (0,9%)	10440 (82,0%)	0 (0,0%)	268 (11,7%)
Vila do Bispo	534 (1,5%)	346 (0,9%)	7 (1,3%)	0 (0,0%)	4 (0,7%)	0 (0,0%)	17 (3,2%)	12 (2,2%)	428 (80,1%)	7 (1,3%)	0 (0,0%)	4 (0,2%)	53 (9,9%)	0 (0,0%)	2 (0,4%)	0 (0,0%)	2256 (60,9%)	0 (0,0%)
Vila Real de Santo António	1187 (3,2%)	1374 (3,7%)	21 (1,8%)	8 (0,7%)	0 (0,0%)	400 (33,7%)	278 (23,4%)	9 (0,8%)	1 (0,1%)	39 (3,3%)	1 (0,1%)	61 (5,1%)	10 (0,8%)	2 (0,2%)	2 (0,2%)	355 (29,9%)	0 (0,0%)	8583 (87,9%)

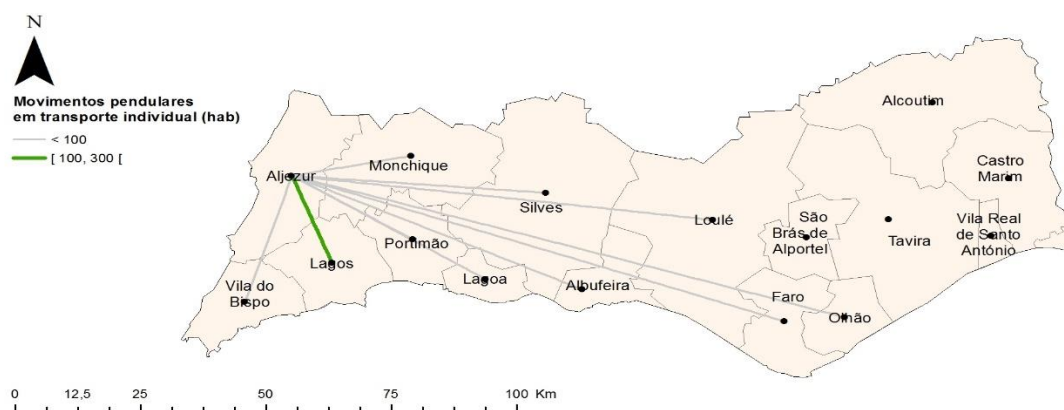


Figura 0.2 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Aljezur (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

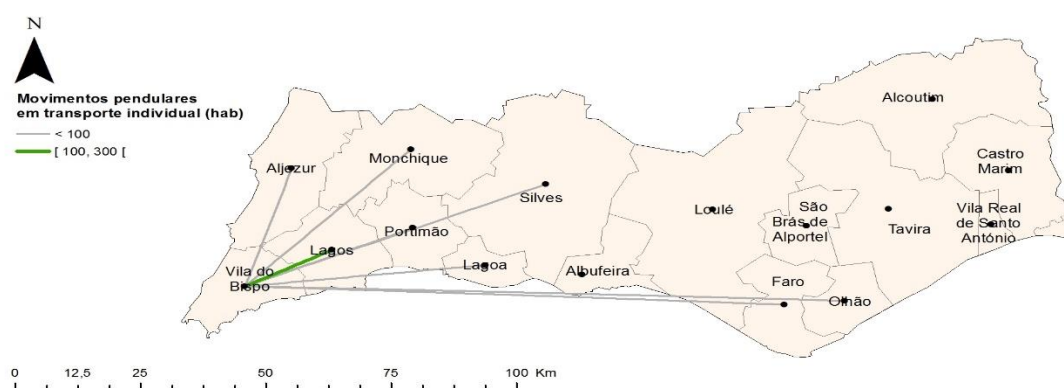


Figura 0.3 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Vila do Bispo (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

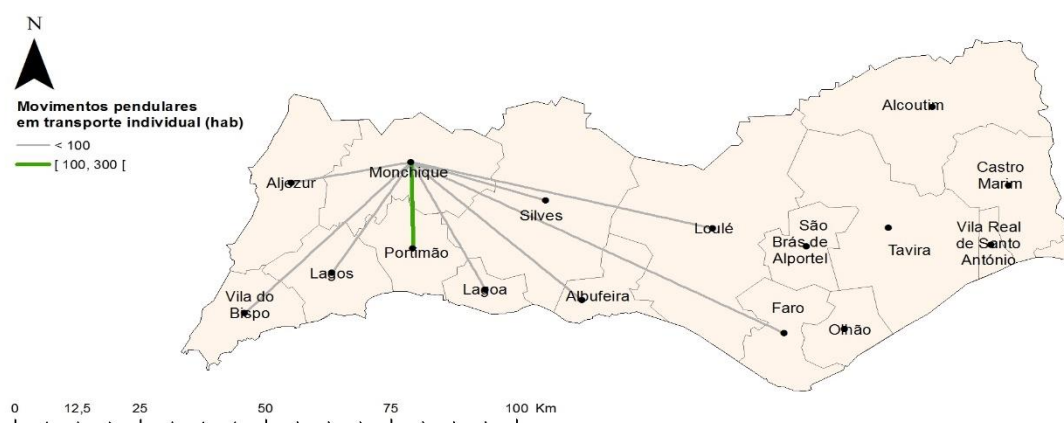


Figura 0.4 – Movimentos pendulares em transporte individual com origem no município de Monchique (Dados: INE, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Quadro 0.6 – Evolução dos movimentos pendulares intra-concelhios e tempo de deslocação
(Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	Nº de deslocações	0 - 15 Min	16 - 30 Min	31 - 60 Min	61 - 90 Min	91 + Min
Algarve	7,0%	0,9%	-0,5%	-0,2%	-0,1%	-0,1%
Albufeira	20,5%	1,3%	-1,1%	-0,2%	-0,1%	0,0%
Alcoutim	-26,1%	-2,6%	3,7%	-0,3%	-1,0%	0,3%
Aljezur	2,5%	1,0%	-0,8%	-0,3%	0,0%	0,0%
Castro Marim	-1,8%	2,6%	-1,6%	-0,8%	0,1%	-0,3%
Faro	1,0%	2,3%	-1,4%	-0,5%	0,0%	-0,5%
Lagoa	-2,7%	8,3%	-7,6%	-0,7%	0,0%	0,0%
Lagos	15,5%	-0,4%	0,2%	0,3%	0,0%	-0,1%
Loulé	12,0%	0,4%	0,4%	-0,6%	-0,2%	-0,1%
Monchique	-23,8%	-3,5%	3,0%	0,3%	0,2%	-0,1%
Olhão	3,4%	1,8%	-1,1%	-0,3%	-0,2%	-0,2%
Portimão	17,1%	0,4%	-0,9%	0,6%	0,0%	-0,1%
São Brás de Alportel	6,1%	3,6%	-1,4%	-2,0%	-0,1%	0,0%
Silves	-2,7%	-2,4%	2,5%	-0,1%	0,0%	0,0%
Tavira	3,0%	0,4%	0,4%	-0,5%	-0,1%	-0,2%
Vila do Bispo	-2,0%	-1,5%	0,6%	1,0%	0,0%	-0,1%
Vila Real de Santo António	-1,2%	-1,7%	1,4%	0,4%	0,0%	-0,1%

Quadro 0.7 – Evolução dos movimentos pendulares inter-concelhios e tempo de deslocação
(Dados: INE 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	Nº de deslocações	Variação				
		0 - 15 Min	16 - 30 Min	31 - 60 Min	61 - 90 Min	91 + Min
Algarve	21,7%	1,7%	1,3%	0,4%	-0,9%	-0,4%
Albufeira	41,7%	-1,6%	3,0%	1,0%	-1,4%	-1,1%
Alcoutim	-24,0%	-0,1%	2,4%	11,2%	-10,3%	-3,2%
Aljezur	6,4%	-0,2%	1,3%	-1,8%	0,2%	0,5%
Castro Marim	-4,0%	3,4%	-3,9%	1,8%	-0,5%	-0,8%
Faro	28,1%	-0,1%	2,3%	-1,2%	-0,8%	-0,2%
Lagoa	22,7%	4,7%	-6,3%	2,1%	0,0%	-0,5%
Lagos	27,8%	4,3%	9,4%	10,3%	-2,5%	-0,5%
Loulé	22,1%	1,2%	1,7%	0,1%	-0,9%	-0,2%
Monchique	-17,0%	1,2%	7,3%	-8,5%	0,7%	-0,7%
Olhão	23,5%	0,1%	1,8%	-1,4%	-0,3%	-0,1%
Portimão	48,1%	2,8%	-2,9%	2,1%	-1,7%	-0,3%
São Brás de Alportel	18,0%	1,9%	2,3%	-3,3%	-0,4%	-0,5%
Silves	29,0%	3,1%	0,7%	-3,4%	-0,3%	-0,1%
Tavira	3,1%	0,1%	-4,3%	8,8%	-3,3%	-1,3%
Vila do Bispo	-10,3%	-7,5%	-4,1%	9,3%	3,3%	-1,1%
Vila Real de Santo António	-26,5%	25,3%	12,2%	15,0%	2,4%	0,7%

Estrutura etária e índices de dependência

Na análise das estruturas etárias foram selecionados sete municípios tendo em conta os escalões utilizados na Figura 4.1 e Figura 4.3. Esses municípios são Alcoutim e Castro Marim para o primeiro escalão, Lagos para o segundo, Albufeira e Olhão para o terceiro e Portimão e Faro para o quarto escalão. A escolha destes municípios pretende também estabelecer um comparativo entre aqueles que se localizam no designado Algarve central (Faro e Olhão), os que se localizam no

aglomerado a Oeste da região (Lagos e Portimão) e um outro conjunto de municípios mais afastados dos restantes (Albufeira no centro da região, Alcoutim e Castro Marim junto à fronteira com Espanha).

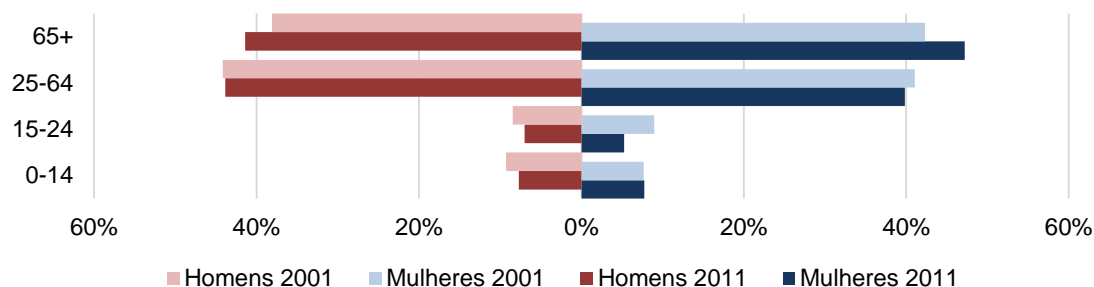


Figura 0.5 – Pirâmide etária do município de Alcoutim em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Conforme mostra a Figura 0.5, o município de Alcoutim, que verificou a maior variação negativa da população residente de 2001 para 2011, apresenta uma estrutura etária desequilibrada em que não só existe um reduzido número de habitantes entre os 0-24 anos como a faixa etária considerada ativa (25-64 anos) é muito idêntica à faixa etária 65+ anos, que segundo a referida Figura se agravou entre 2001 e 2011 com a diminuição das camadas jovens e aumento da camada idosa. Esta situação é um desafio para o transporte público uma vez que a camada idosa em geral assume padrão de deslocamentos variável.



Figura 0.6 – Pirâmide etária do município de Lagos em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

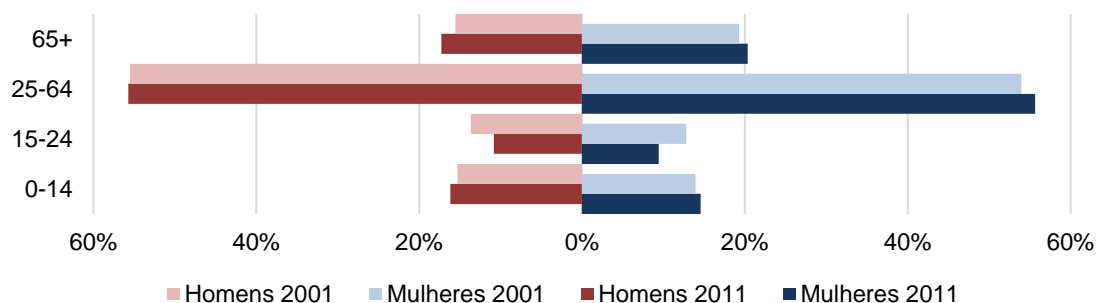


Figura 0.7 – Pirâmide etária do município de Portimão em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Relativamente a Lagos e Portimão, conforme mostra a Figura 0.6 e Figura 0.7, as pirâmides etárias e evolução verificada entre 2001 e 2011 destes municípios são similares, apesar de ao mesmo tempo registarem diferenças a nível de população residente e densidade populacional. Do ponto de vista das soluções tecnológicas esta situação é vantajosa, permitindo que a gestão dos transportes atue nestes municípios considerando-os como uma extensão um do outro e não necessariamente como dois casos distintos.

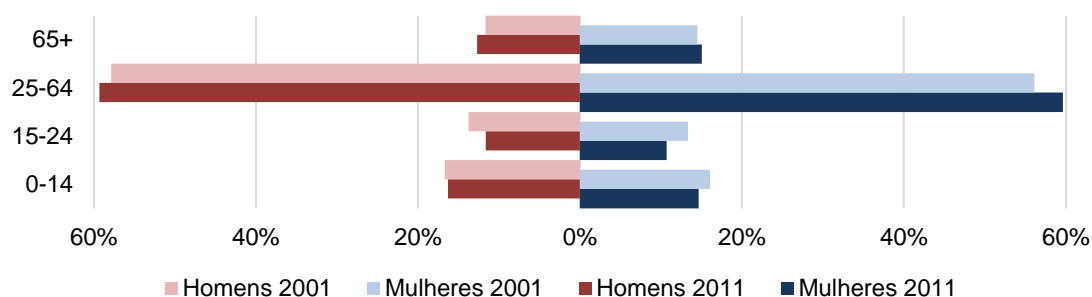


Figura 0.8 – Pirâmide etária do município de Albufeira em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011;
Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 0.8 mostra que no caso de Albufeira, um município onde se verificam elevados valores de crescimento de residentes (29,4%), residentes com nacionalidade estrangeira (13,6%), densidade população (29,5%) e densidade habitacional (46,3%), observamos que existe uma menor quantidade de habitantes com 65+ anos comparativamente com a faixa etária 0-14 anos, enquanto 59% da população residente se encontra no escalão etário ativo. Estes são valores interessantes para as soluções de transporte público uma vez que existe potencialmente grande procura de transporte por parte de uma população que realiza movimentos pendulares e rotineiros.

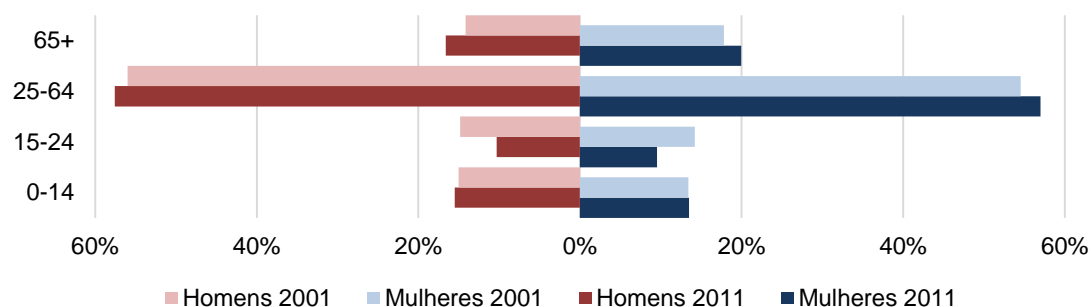


Figura 0.9 – Pirâmide etária do município de Faro em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011;
Fonte: Elaborado pelo autor)

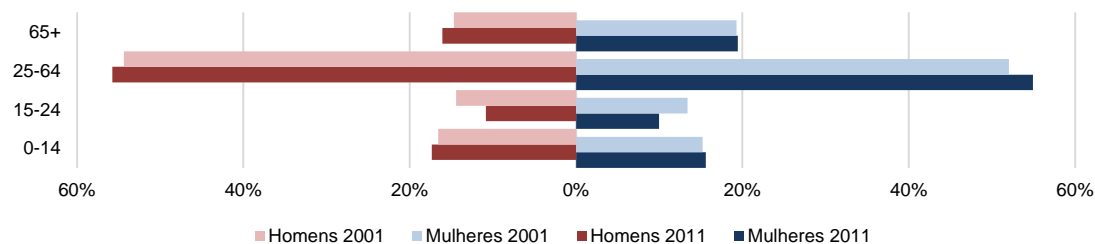


Figura 0.10 – Pirâmide etária do município de Olhão em 2001 e 2011 (Dados: INE, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

No caso dos municípios de Faro e Olhão, localizados no designado Algarve central, observamos pela Figura 0.9 e Figura 0.10 que as suas pirâmides etárias são idênticas, verificando-se também uma evolução entre 2001 e 2011 similar. Igual se relação se pode estabelecer entre Portimão e Lagoa. Por outro lado, nos quatro casos é notória a evolução negativa na faixa etária 15-24 anos indicando que terá havido uma quebra de natalidade, o que pode ser problemático para soluções tecnológicas de transporte cuja estratégia de longo prazo passe por alterações de comportamento e educação da população mais jovem.

Quadro 0.8 – Índices de dependência (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	Índice de dependência de idosos (%)		Índice de dependência de jovens (%)		Índice de dependência total (%)	
	2001	2011	2001	2011	2001	2011
Portugal	24,2	28,8	23,6	22,5	47,8	51,3
Algarve	27,9	29,6	21,9	22,6	49,8	52,2
Albufeira	18,3	19,1	23,7	22,6	42,0	41,7
Alcoutim	78,0	91,2	16,7	16,4	94,6	107,6
Aljezur	49,0	48,4	20,0	19,0	69,0	67,3
Castro Marim	42,8	43,9	20,6	20,4	63,4	64,3
Faro	22,8	26,8	20,5	21,6	43,3	48,4
Lagoa	22,8	26,8	23,7	23,5	46,5	50,3
Lagos	27,7	29,3	24,1	24,0	51,8	53,3
Loulé	27,9	29,2	22,1	22,0	50,0	51,2
Monchique	47,2	54,2	18,2	17,0	65,4	71,2
Olhão	25,2	26,9	23,8	25,1	48,9	52,0
Portimão	25,5	27,8	21,9	23,7	47,4	51,6
São Brás de Alportel	34,5	35,3	22,0	22,8	56,5	58,1
Silves	35,3	35,3	20,2	21,7	55,5	57,0
Tavira	36,5	37,9	19,5	21,4	55,9	59,3
Vila do Bispo	35,4	39,0	19,9	18,3	55,3	57,3
Vila Real de Santo António	25,6	30,4	22,7	24,0	48,3	54,3

No Quadro 0.8 resume-se os índices de dependência, no caso do índice de dependência de jovens, idosos e total. No caso do índice de dependência de idosos vemos que Aljezur foi o único município em que este índice se reduziu entre 2001 e 2011, sendo que em todos os outros municípios aumentou o número de pessoas com mais de 65 anos relativamente à população do grupo etário 25-64 anos. Alcoutim foi o município em que houve maior agravamento, seguido de Monchique e Vila Real de Santo António. Este indicador reflete o envelhecimento generalizado da população, que do ponto de vista do transporte coletivo é negativo para a sua gestão pois por um lado existe em 2011 um maior

número de residentes que não tem um padrão de deslocamentos estável e por outro dificulta a aceitação de novas tecnologias de transporte que a curto prazo exijam investimento ou educação da população.

No caso do índice de dependência de jovens não ocorreu nenhuma variação (tanto negativa como positiva) superior a 2%, no entanto os valores são significativamente menores quando comparados com o índice de dependência de idosos, o que reflete que não só existem menos jovens do que idosos em todos os municípios mas também o envelhecimento da faixa etária 25-64 anos o que naturalmente condicionam as soluções de transporte.

Relativamente ao índice de dependência total, observamos que este indicador toma na maioria dos municípios (exceto Albufeira e Faro) valores superiores a 50%, significando que por cada dois habitantes em idade ativa existe pelo menos um dependente. No caso de Alcoutim, o índice de dependência total é de 107,6% (o máximo da região), seguido de Monchique com 71,2%. O mínimo verifica-se em Albufeira com 41,7% seguido de Faro com 48,4% e Lagoa com 50,3%. Note-se ainda que apenas Albufeira e Aljezur refletem uma descida do índice de dependência total, enquanto o contrário acontece com o resto dos municípios. O aumento deste índice significa a que a procura de transporte de carácter pendular está a reduzir enquanto cresce a necessidade de satisfazer uma população com um padrão de deslocamento variável. Por outro lado o número de residentes em idade ativa com potencial disponibilidade para acarretar os custos de uma estratégia de mobilidade individual motorizada descarbonizada diminuiu.

Taxa de atividade e estrutura da população ativa

De acordo com o Quadro 0.9, a taxa de atividade nos municípios do Algarve varia entre 35% (Alcoutim) e 66% (Albufeira). Os municípios de Alcoutim, Aljezur, Monchique e Castro Marim apresentam os valores mais baixos do indicador na região, enquanto Albufeira, Faro e Portimão apresentam os valores mais altos o que, nestes municípios, se traduz numa potencial aceitabilidade de novas soluções de transportes que necessitem de investimentos da parte do utilizador. Por outro lado, este indicador também reflete que um grande percentil dos residentes constitui oferta para soluções de transporte coletivas em Albufeira, Faro e Portimão do que nos restantes municípios. A partir Figura 0.11 observa-se que os municípios com maior taxa de atividade se encontram- junto a zona costeira da região enquanto o contrário acontece nos municípios menos ativos.

Quadro 0.9 – Taxa de atividade (%) (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2001	2011
Portugal	57%	56%
Algarve	57%	58%
Albufeira	67%	66%
Alcoutim	36%	35%
Aljezur	45%	44%
Castro Marim	46%	49%
Faro	60%	60%
Lagoa	62%	59%
Lagos	58%	57%
Loulé	57%	58%
Monchique	46%	45%
Olhão	55%	57%
Portimão	60%	59%
São Brás de Alportel	53%	55%
Silves	54%	55%
Tavira	50%	53%
Vila do Bispo	52%	52%
Vila Real de Santo António	55%	55%

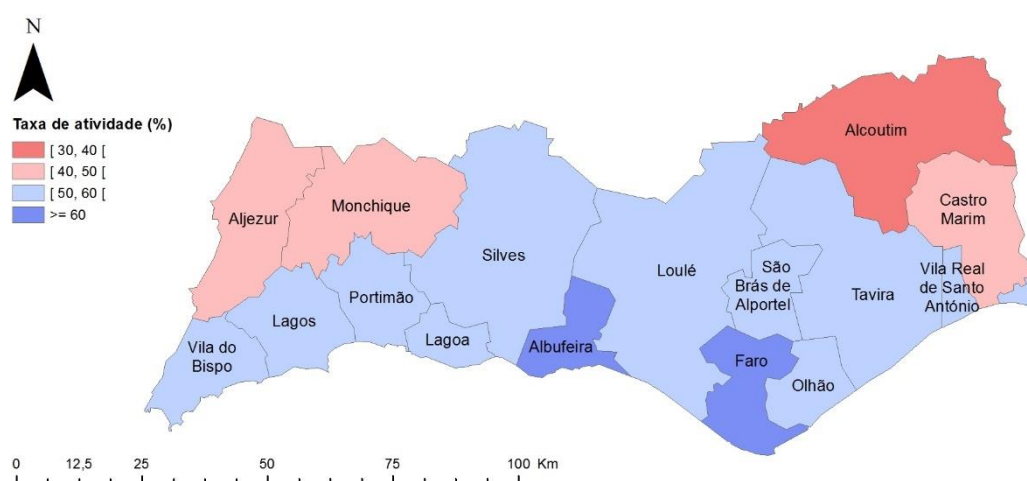


Figura 0.11 – Taxa de atividade em 2011 (Dados: PORDATA, 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Evolução do emprego por setor de atividade económica

A evolução do emprego na região é positiva, cresceu 3,2%. O Quadro 0.10 mostra que entre 2001 e 2011 houve uma diminuição significativa do quantitativo de emprego nos municípios de Alcoutim (26%), Monchique (23%) e decréscimos em menor escala nos municípios de Vila Real de Santo António (7%), Vila do Bispo e Lagoa (6%), Castro Marim (4%), Silves e Tavira (1%). Por outro lado Albufeira verificou o maior aumento de emprego (14%) seguido de Loulé (9%), Lagos e Portimão (8%) enquanto os restantes municípios verificam pequenos aumentos de 2% e 3%.

Quadro 0.10 – Evolução do emprego por setor de atividade económica (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	Nº de empregos		Variação (%)	Variação (%)		
	2001	2011		Primário	Secundário	Terciário
Albufeira	16451	18697	14%	-44%	-20%	24%
Alcoutim	1164	864	-26%	-61%	-42%	-9%
Aljezur	1968	2015	2%	-41%	-18%	25%
Castro Marim	2499	2401	-4%	-65%	-34%	20%
Faro	28158	28572	1%	-39%	-24%	10%
Lagoa	10008	9439	-6%	-54%	-41%	9%
Lagos	11763	12650	8%	-42%	-20%	19%
Loulé	27478	29927	9%	-57%	-16%	23%
Monchique	2696	2082	-23%	-65%	-33%	-5%
Olhão	17473	17968	3%	-32%	-29%	20%
Portimão	21278	22983	8%	-46%	-17%	17%
São Brás de Alportel	4284	4428	3%	-46%	-20%	15%
Silves	14945	14749	-1%	-32%	-32%	14%
Tavira	10221	10108	-1%	-45%	-33%	21%
Vila do Bispo	2287	2140	-6%	-39%	-44%	9%
Vila Real de Santo António	7722	7168	-7%	-39%	-46%	10%

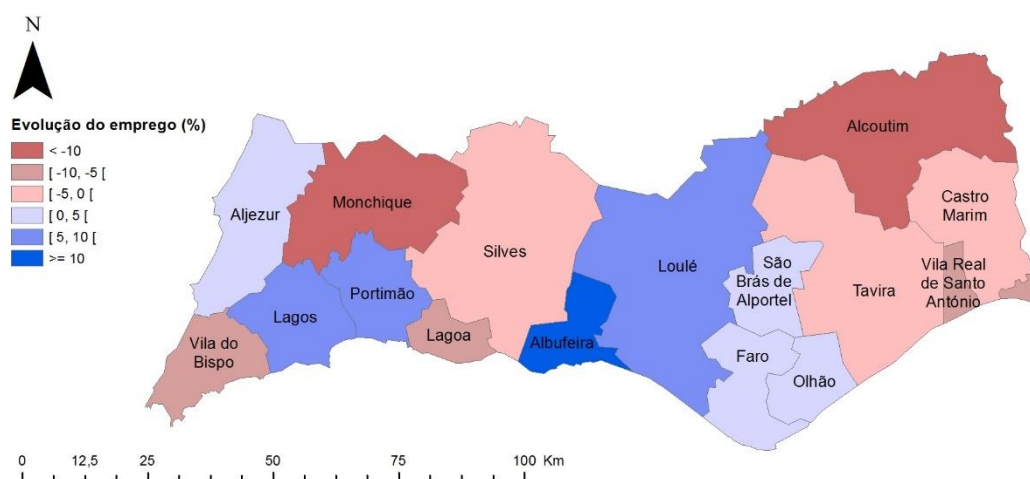


Figura 0.12 – Evolução do emprego (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 0.12 mostra que grande parte do território verificou um decréscimo de emprego, à exceção de alguns dos municípios junto à zona costeira da região, aqueles que também verificam o maior número de habitantes e a maiores variações de população residente.

Ainda relativamente ao emprego, entre 2001 e 2011 registou-se tanto no setor primário como no secundário um decréscimo de oferta de postos de trabalho, contrapondo com o verificado no setor terciário. A Figura 0.13 ilustra precisamente a distribuição da população empregada por setor económico, de onde se concluiu que em 2011 pelo menos 70% da população empregada da região estava concentrada no setor terciário.

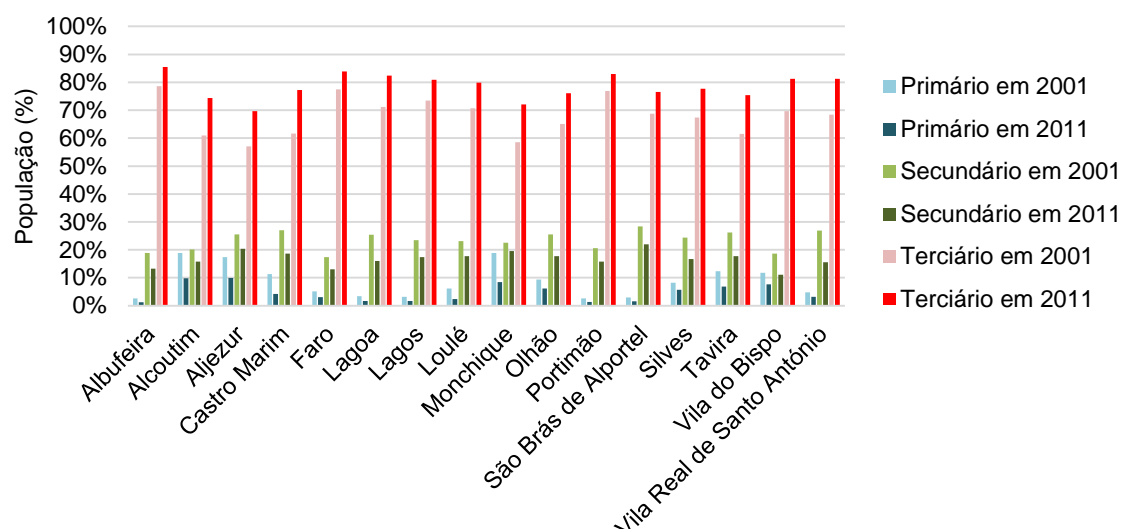


Figura 0.13 – População empregada por setor económico (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Indicadores de atração turística

Dado que o turismo é uma atividade económica com um pacto significativo na gestão dos transportes (procura e oferta), é importante analisar os principais pólos geradores e atratores de deslocações associadas a esta atividade.

Quadro 0.11 – Capacidade de alojamento nos estabelecimentos hoteleiros por mil habitantes (Dados: PORDATA, 2011 e 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2011	2014
Portugal	27,4	31,6
Área Metropolitana de Lisboa	19,4	23,2
Algarve	228,3	264,4
Albufeira	1 120,8	1 189,7
Alcoutim	14,6	0,0
Aljezur	30,8	51,1
Castro Marim	82,0	156,0
Faro	36,5	33,7
Lagoa	352,3	453,9
Lagos	183,0	242,5
Loulé	191,3	224,4
Monchique	65,7	39,5
Olhão	16,8	17,6
Portimão	211,3	286,3
São Brás de Alportel	0,0	7,4
Silves	47,1	73,8
Tavira	181,4	180,3
Vila do Bispo	257,4	391,1
Vila Real de Santo António	315,1	328,4

O Quadro 0.11 mostra que a região do Algarve oferece dez vezes mais alojamento por mil habitantes do que Portugal e a área metropolitana de Lisboa. Por outro lado, o referido quadro mostra que a oferta não se distribui de forma uniforme na região, sendo Albufeira o município com maior capacidade de alojamento nos estabelecimentos hoteleiros (1189,7 por mil habitantes em 2014)

enquanto o segundo município com mais oferta é Lagoa (453,9 por mil habitantes em 2014), o que significa que Albufeira tem capacidade para mais do que duplicar o número de pessoas no seu município. O referido Quadro mostra também que existiu de facto crescimento na oferta, principalmente nos municípios de Castro Marim, Lagoa, Lagos, Loulé, Portimão, Vila do Bispo e Vila Real de Santo António, parte deles situados ao longo da zona costeira da região ainda que considerando o total final em 2011 ficam bastante aquém de Albufeira.

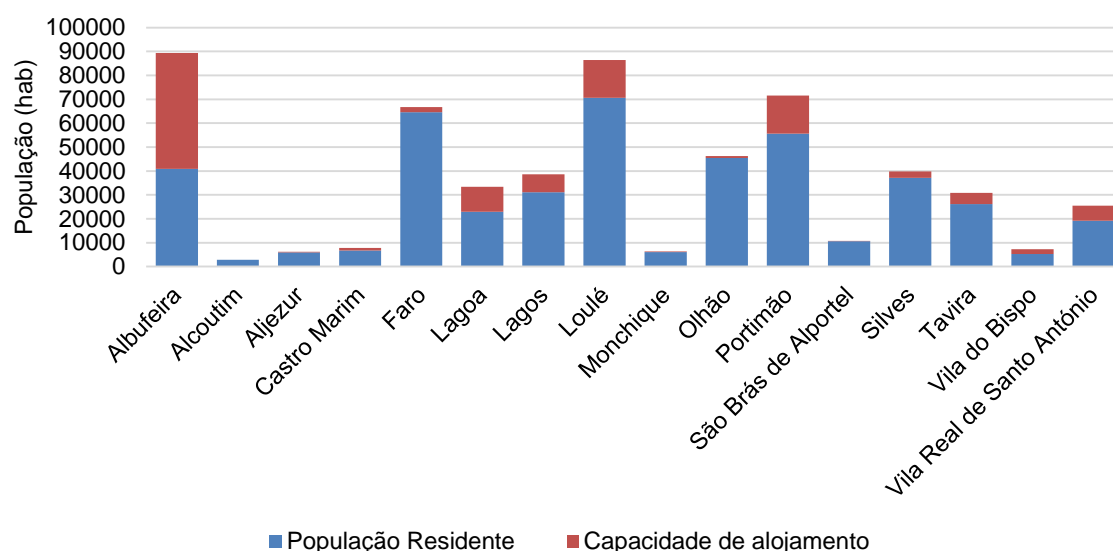


Figura 0.14 – Capacidade de alojamento nos estabelecimentos hoteleiros por mil habitantes
(Dados: PORDATA, 2011 e 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 0.14 ilustra a capacidade do município de Albufeira, o quinto município da região com maior número de habitantes (40828 habitantes) e o quarto com maior densidade populacional (290,3 hab/km²), a capacidade que detém de duplicar a população residente coloca uma enorme pressão sobre o território e em especial sobre o setor de transporte, uma vez que qualquer solução tecnológica terá que ter a capacidade de se adaptar à variabilidade da procura, conseguindo responder às necessidades da população residente e da população sazonal, mantendo a viabilidade económica da infraestrutura. A referida Figura mostra também a desproporção que existe em Albufeira comparativamente aos restantes da região.

Quadro 0.12 – Dormidas nos estabelecimento hoteleiros (Dados: PORDATA, 2001, 2011 e 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)

	Nº de dormidas			Distribuição do Nº de dormidas		
	2001	2011	2014	2001	2011	2014
Portugal	33 562 591	39 440 315	47 855 640	-	-	-
Algarve	13 900 192	13 979 866	16 517 282	41,4%	35,4%	34,5%
Albufeira	5 786 438	6 522 089	7 177 003	41,6%	46,7%	43,5%
Alcoutim	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%
Aljezur	4 441	6 173	11 951	0,0%	0,0%	0,1%
Castro Marim	96 173	85 042	136 714	0,7%	0,6%	0,8%
Faro	220 863	276 842	294 460	1,6%	2,0%	1,8%
Lagoa	1 164 963	917 229	1 327 866	8,4%	6,6%	8,0%
Lagos	587 798	644 370	855 555	4,2%	4,6%	5,2%
Loulé	2 082 094	1 793 628	2 264 433	15,0%	12,8%	13,7%
Monchique	4 572	50 924	20 348	0,0%	0,4%	0,1%
Olhão	1 804	81 034	142 497	0,0%	0,6%	0,9%
Portimão	2 441 493	1 643 559	2 015 032	17,6%	11,8%	12,2%
São Brás de Alportel	12 085	0	0	0,1%	0,0%	0,0%
Silves	267 617	182 929	272 667	1,9%	1,3%	1,7%
Tavira	426 489	613 052	691 456	3,1%	4,4%	4,2%
Vila do Bispo	156 804	177 437	269 509	1,1%	1,3%	1,6%
Vila Real de Santo António	646 558	982 213	1 035 324	4,7%	7,0%	6,3%

O Quadro 0.12 mostra que a região do Algarve em 2001 atraiu 41,4% do total de dormidas de Portugal, valor que veio diminuindo até 2014 essencialmente pelo aumento do número de dormidas fora da região do Algarve, indicando uma estagnação da oferta no Algarve ou a exploração de outro tipo de turismo (que não o sol e praia) por parte de outras regiões do País. Dentro da região do Algarve constata-mos que Albufeira conseguiu atrair em 2014 43,5% das dormidas em toda a região, seguido de Loulé com 13,7% e Portimão com 12,2%. Além disso vemos que Lagoa apesar de oferecer o dobro do alojamento que Portimão, só consegue atrair metade das dormidas que Portimão. O município de Lagos, que oferece um valor idêntico a Portimão, atrai cinco vezes menos que Portimão. O referido quadro mostra que o município de Albufeira se destaca dos restantes e que os municípios que mais atraem turistas são também aqueles que apresentam maior número de residentes e maior densidade populacional, facto que tem toda a importância para o setor dos transportes da região. Relativamente à altura do ano em que as dormidas atrás mencionadas ocorrem, o Quadro 0.13 mostra que o Algarve alojou, tanto em 2011 como em 2014, cerca de 46% dos seus visitantes durante apenas três dos doze meses do ano e que os seus municípios de uma forma geral seguiram essa tendência. A sazonalidade da procura e a forma como apresenta estar concentrada num curto período de tempo tem consequências para a gestão das soluções de transporte na região.

Quadro 0.13 – Proporção de dorminas entre Julho, Agosto e Setembro (Dados: PORDATA, 2011 e 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2011	2014
Portugal	39,3	39,2
Área Metropolitana de Lisboa	33,9	34,0
Algarve	46,6	46,3
Albufeira	46,5	45,3
Alcoutim	-	-
Aljezur	45,7	61,4
Castro Marim	-	44,2
Faro	40,1	40,3
Lagoa	49,9	50,6
Lagos	54,7	50,2
Loulé	45,3	44,0
Monchique	41,6	54,1
Olhão	53,9	42,0
Portimão	48,5	51,0
São Brás de Alportel	-	48,9
Silves	52,4	49,2
Tavira	47,7	45,4
Vila do Bispo	46,2	48,6
Vila Real de Santo António	38,1	42,3

Indicadores da sinistralidade rodoviária

O Quadro 0.14 permite aferir indicadores sobre o problema da sinistralidade rodoviária, em linha com o uso dominante do transporte individual na região.

Quadro 0.14 – Número de peões atropelados (Dados: PORDATA, 2001 e 2011 a 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2001	2011	2012	2013	2014
Albufeira	72	20	34	31	43
Alcoutim	1	0	1	1	0
Aljezur	4	2	1	1	3
Castro Marim	3	5	1	5	7
Faro	97	43	55	48	47
Lagoa	23	7	5	8	6
Lagos	19	12	22	18	23
Loulé	70	40	45	53	44
Monchique	5	1	3	4	1
Olhão	51	29	35	37	25
Portimão	51	35	38	32	35
São Brás de Alportel	11	2	2	1	2
Silves	32	19	13	16	16
Tavira	23	13	10	11	8
Vila do Bispo	3	3	3	2	2
Vila Real de Santo António	10	14	13	9	15
Nº médio anual	29,7	15,3	17,6	17,3	17,3

Apesar da diminuição do número de peões atropelados na região do Algarve para metade face aos valores registados em 2001, mantem-se um número elevado de acidentes rodoviários envolvendo o atropelamento de peões. Verifica-se que o número de atropelamentos foi maior no município de Faro (47 ocorrências), Loulé (44 ocorrências) e Albufeira (43 ocorrências).

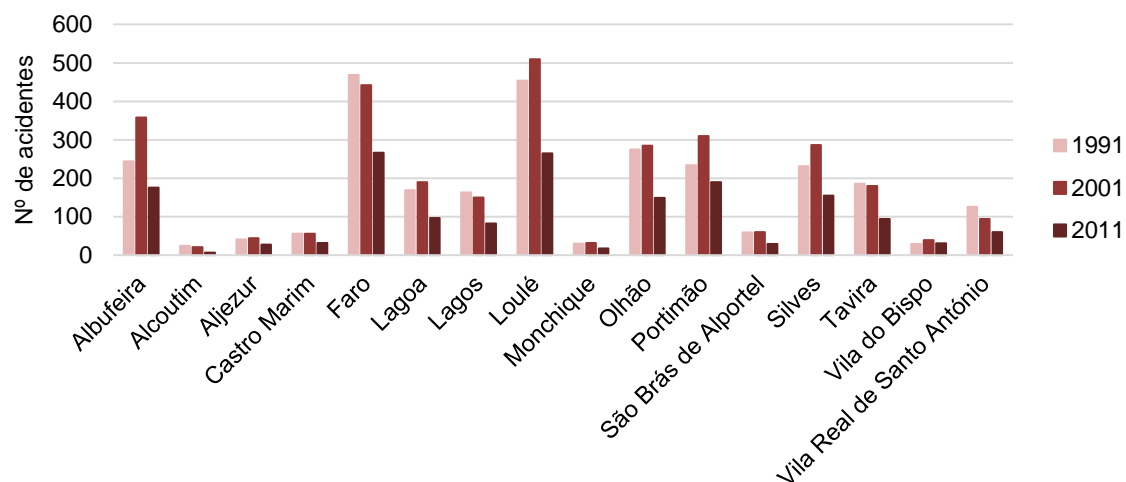


Figura 0.15 – Número de acidentes de viação com vítimas (Dados: PORDATA, 1991, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Considerando o número de acidentes rodoviários com vítimas (Figura 0.15) entre 2001 e 2011, todos os municípios apresentam a redução do número de acidentes sendo a menor redução verificada em Vila do Bispo (20,5%) e a maior em Alcoutim (66,7%). Albufeira apresenta uma redução de 50,8%, Loulé 48,0%, Faro 39,6%, Portimão 38,9%.

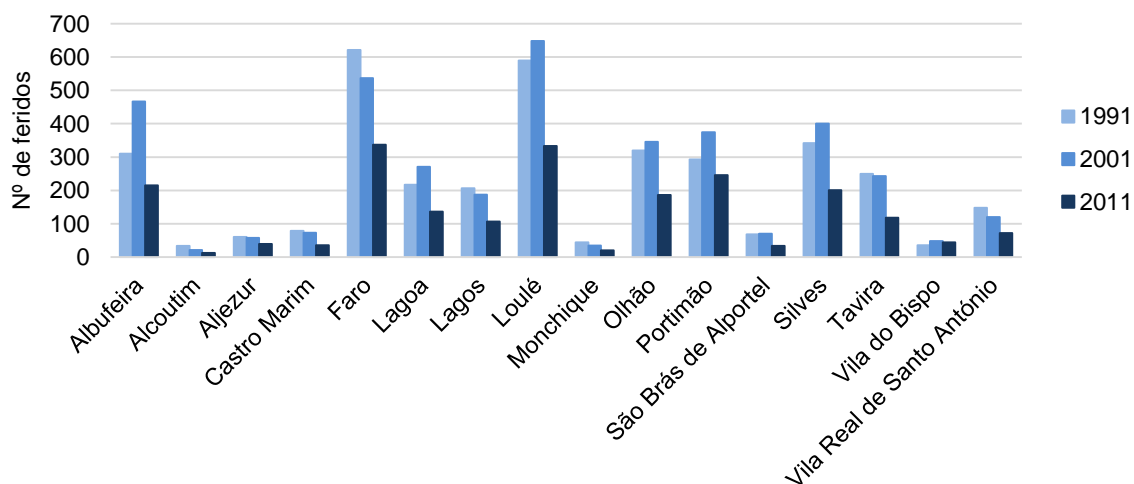


Figura 0.16 – Número de feridos em acidentes de viação (Dados: PORDATA, 1991, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

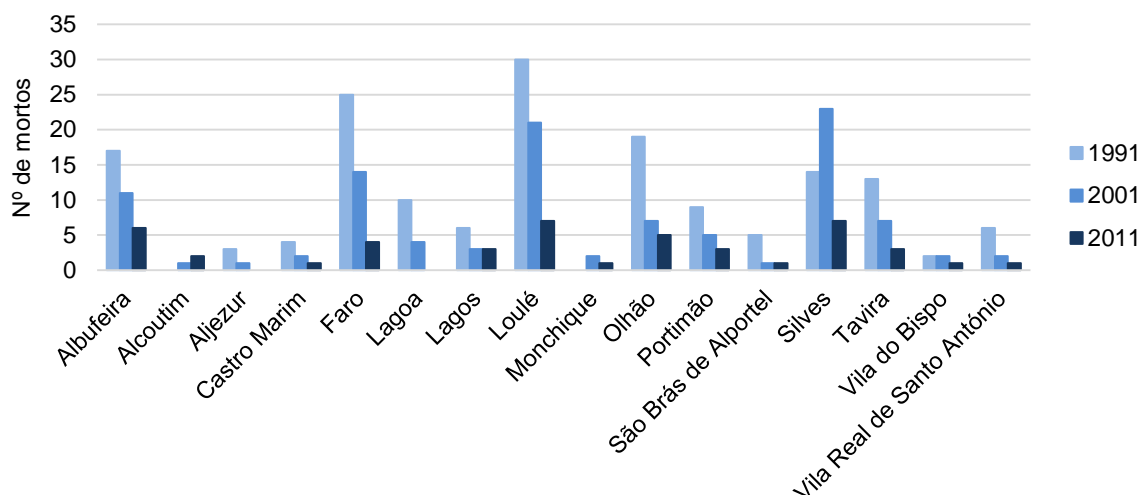


Figura 0.17 – Número de mortos em acidentes de viação (Dados: PORDATA, 1991, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

A Figura 0.17 mostra que número de feridos graves e ligeiros nos acidentes rodoviários referidos na Figura 0.15 se reduziu de igual forma, no entanto verifica-se pela Figura 0.15 e Figura 0.16 que o número de acidentes e feridos (ligeiros e graves) nesses acidentes têm a mesma escala, o que não reflete as melhorias dos veículos a nível da sua segurança no caso de um acidente. Ainda assim, apesar de os feridos graves e ligeiros não o demonstrarem, na Figura 0.17 observa-se que pelo menos o número de mortos é menor do que o registado em 2001 e uniforme independentemente do número de acidentes.

Conforme se mostrou na Figura 4.19 e Figura 4.20, em 2011 a população do Algarve utiliza o veículo ligeiro mais frequentemente do que utilizava em 2001, então o facto de existirem menos acidentes, menos feridos e menos mortos pode também significar uma maior consciencialização por parte da população na utilização do veículo, melhores infraestruturas, melhor gestão do tráfego e melhorias a nível tecnológico do próprio veículo. Todavia, na ausência de estudos específicos que o comprovem, não se pode concluir uma associação direta com nenhum dos fatores referidos.

Indicadores relativos ao consumo de energia no setor dos transportes

O Quadro 0.15 mostra o consumo de energia elétrica total e do setor dos transportes na região do Algarve. Verifica-se que em todos os municípios à exceção de Silves, o consumo de energia elétrica por parte do setor dos transportes não verifica uma significativa variação entre 2001 e 2011, apresentando o valor de consumo máximo no município de Faro (583981 kWh), cujo consumo verificado em 2011 representa 0,21% do total de energia consumido no mesmo município.

Quadro 0.15 – Consumo de energia elétrica do setor dos transportes (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	Consumo total (kWh)		Transportes (kWh)	
	2001	2011	2001	2011
Albufeira	252 588 832	349 152 314	78475 (0,03%)	89371 (0,03%)
Alcoutim	6 253 278	7 937 471	0 (0%)	0 (0%)
Aljezur	12 317 978	19 676 000	0 (0%)	0 (0%)
Castro Marim	28 752 039	41 451 637	2861 (0,01%)	48520 (0,12%)
Faro	229 897 831	284 239 883	610307 (0,27%)	583981 (0,21%)
Lagoa	110 317 698	132 527 576	23104 (0,02%)	1803 (0,00%)
Lagos	94 676 076	151 278 874	78519 (0,08%)	52528 (0,03%)
Loulé	395 679 015	462 785 217	143227 (0,04%)	112592 (0,02%)
Monchique	18 507 724	22 965 557	1208 (0,01%)	3792 (0,02%)
Olhão	91 775 496	130 132 199	113158 (0,17%)	43278 (0,03%)
Portimão	180 518 496	253 209 523	313463 (0,17%)	224911 (0,09%)
São Brás de Alportel	24 023 558	33 870 812	375 (0,00%)	3392 (0,01%)
Silves	118 444 447	151 122 339	151326 (0,13%)	2342924 (1,55%)
Tavira	70 375 943	111 967 600	56541 (0,08%)	15927 (0,01%)
Vila do Bispo	19 767 329	33 367 200	2698 (0,01%)	5629 (0,02%)
Vila Real de Santo António	52 902 022	81 007 754	127607 (0,24%)	39047 (0,05%)

Estes dados refletem, como refere [85], que nem o sistema de transporte rodoviário coletivo, ferroviário ou fluvial não utiliza a nível tecnológico ou a nível da sua infraestrutura energia elétrica como fonte de energia primária ou final. Relativamente ao transporte rodoviário individual, o [29] refere que o município de Faro foi um dos selecionados para programa Mobi.E mas como mostra o Quadro 0.18 o número de veículo elétrico em Portugal ainda não é significativo, justificando o baixo consumo do setor dos transportes nos municípios da região do Algarve. Ainda assim o município de Silves regista um aumento de consumo de energia elétrica de 1548% o que poderá ser um erro de recolha de dados.

Por outro lado, o [87] refere que em 2013 o Algarve produziu 602.369.942 kWh de energia renovável, 27% do total de kWh consumido na região. A forma de produção que mais contribuiu foi a eólica (90,8%) e a fotovoltaica (6,4%). Apesar de a hídrica tem um papel importante a nível do País, o mesmo não se verifica quando considerado apenas a região do Algarve, cuja produção não foi além dos 120.053 kWh (0,02% do total produzido).

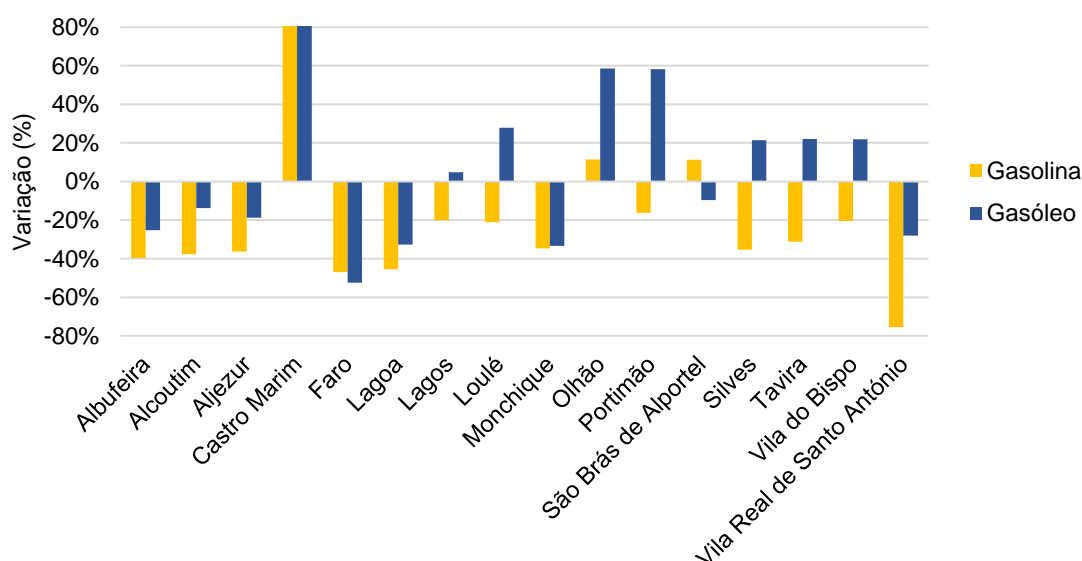


Figura 0.18 – Evolução do consumo de combustíveis (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

Quadro 0.16 – Evolução do consumo de combustíveis (Dados: PORDATA, 2001 e 2011; Fonte: Elaborado pelo autor)

	Gasolina			Gasóleo		
	2001	2011	Variação (%)	2001	2011	Variação (%)
Algarve	101527	68943	-32%	203654	191705	-6%
Albufeira	12081	7298	-40%	27566	20627	-25%
Alcoutim	212	132	-38%	930	801	-14%
Aljezur	1629	1036	-36%	3460	2812	-19%
Castro Marim	7	222	3071%	394	915	132%
Faro	20432	10846	-47%	52255	24836	-52%
Lagoa	5048	2753	-45%	8865	5969	-33%
Lagos	7035	5622	-20%	11959	12536	5%
Loulé	16728	13206	-21%	30284	38721	28%
Monchique	1023	668	-35%	2625	1751	-33%
Olhão	4679	5217	11%	7007	11112	59%
Portimão	11402	9554	-16%	16671	26371	58%
São Brás de Alportel	1154	1284	11%	2962	2677	-10%
Silves	9779	6317	-35%	21909	26608	21%
Tavira	4394	3019	-31%	7233	8823	22%
Vila do Bispo	576	458	-20%	586	714	22%
Vila Real de Santo António	5348	1311	-75%	8948	6432	-28%

Como mostra o Figura 0.18 e o Quadro 0.15, o consumo de gasolina (Gasolina 95 e Gasolina 98) em 2011 máximo verifica-se no município de Loulé (13206 litros), seguindo-se Faro (10846 litros), Portimão (9554 litros) e Albufeira (7298 litros) enquanto o consumo de gasóleo máximo verifica-se no município de Loulé (38721 litros), Silves (26608 litros), Portimão (26371 litros), Faro (24836 litros) e Albufeira (20627litros), sendo os números de venda de gasóleo sempre superiores às vendas de gasolina em qualquer dos dezasseis municípios da região. No total venderam-se em 2012 57.369 litros de gasolina (101.527 litros em 2001 e 68.943 litros em 2011) e 159.222 litros de gasóleo em 2012 (203.654 litros em 2001 e 191.705 litros em 2011). O total de gasóleo consumido em 2012 corresponde a 418.05 toneladas de CO₂ emitido e o total de gasolina corresponde a 132.15 toneladas de CO₂ [95].

Por outro lado a Figura 0.18 mostra que o consumo gasolina desceu em todos os municípios à exceção de Castro Marim, Olhão e São Brás de Alportel que em valor absoluto representam também os municípios onde em 2001 se vendeu menos gasolina (Castro Marim apresenta uma variação desproporcionada das vendas de gasolina e gasóleo uma vez que em 2001 o número de vendas foi muito baixo, 7 litros de gasolina e 222 litros de gasóleo). No caso do gasóleo verificam-se um crescimento das vendas de 20% nos municípios de Loulé Silves, Tavira e Vila do Bispo e um crescimento de 60% nos municípios de Olhão e Portimão. Os restantes municípios registaram um decréscimo do número de litros de gasóleo vendido.

Quadro 0.17 – Consumo de combustível automóvel por habitantes em 2013 (Dados: INE 2011 e 2014; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2001	2014	Variação (%)
Portugal	0,571	0,524	-8,2%
Algarve	0,599	0,553	-7,7%
Albufeira	0,712	0,675	-5,2%
Alcoutim	0,332	0,321	-3,3%
Aljezur	0,676	0,813	20,3%
Castro Marim	0,174	0,341	96,0%
Faro	0,577	0,644	11,6%
Lagoa	0,392	0,730	86,2%
Lagos	0,607	0,486	-19,9%
Loulé	0,760	0,591	-22,2%
Monchique	0,415	0,330	-20,5%
Olhão	0,371	0,313	-15,6%
Portimão	0,670	0,671	0,1%
São Brás de Alportel	0,384	0,308	-19,8%
Silves	0,912	0,539	-40,9%
Tavira	0,467	0,433	-7,3%
Vila do Bispo	0,230	0,160	-30,4%
Vila Real de Santo António	0,419	0,516	23,2%

Ainda relativamente ao consumo de combustível, o Quadro 0.17 mostra que o consumo por habitante em 2014 é máximo no município de Aljezur (0,813 tep), seguindo-se Lagoa (0,730 tep), Albufeira (0,675 tep), Portimão (0,671 tep) e Faro (0,644 tep) enquanto os valores mínimos se registam em Vila do Bispo (0,160 tep) São Brás de Alportel (0,308 tep), Olhão (0,313 tep), Alcoutim (0,321 tep), Monchique (0,330 tep) e Castro Marim (0,341 tep). Registaram-se variações positivas nos municípios de Aljezur, Castro Marim, Faro, Lagoa e Vila Real de Santo António.

Quadro 0.18 – Quota de veículos vendidos em Portugal por tipo de combustível utilizado (Dados: ACAP, 2006 a 2012; Fonte: Elaborado pelo autor)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Nº veículos	196613	4%	6%	-24%	38%	-31%	-37%
Híbridos	0,4%	0,9%	0,8%	0,7%	0,7%	0,6%	1,0%
Elétricos	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
Gasolina	34,2%	29,5%	29,6%	32,1%	31,9%	28,7%	27,0%
Gasóleo	64,4%	68,5%	68,6%	65,7%	66,1%	68,8%	69,2%
GPL	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,4%	0,5%	0,7%

O Quadro 0.18 mostra que a redução de venda de litros de gasolina poderá estar ligado com a redução do número de vendas dos veículos que utilizam precisamente este combustível, enquanto se verifica a captação de maior quota de mercado por parte dos veículos a gasóleo em linha com o aumento do número de litros de gasóleo vendido experienciado em alguns municípios do Algarve. Relativamente às outras formas de propulsão verificamos que apesar de se verificar um crescimento efetivo do número de veículos Híbridos e Elétricos, no conjunto dos tipos de propulsão não totalmente fóssil, a sua quota de mercado em 2012 não foi além dos 2%.

Quadro 0.19 – Quota de veículos ligeiros e habitantes por veículo (Dados: ACAP, 2012; Fonte: Elaborado pelo autor)

	Nº veículos ligeiros		Hab por ligeiros de passageiros
Faro	211960	77,7%	2,0
Évora	69708	72,5%	2,4
Beja	61684	72,5%	2,5
Lisboa	1031709	81,0%	2,2
Porto	708091	80,4%	2,6

O Quadro 0.19 mostra que no distrito de Faro existe um veículo ligeiro de passageiros por cada dois habitantes, próximo do valor registado no distrito de Lisboa (um veículo ligeiro por 2,2 habitantes).